

# Programación Numérica FINESI

## Ejercicio 3

Universidad Nacional del Altiplano  
Facultad de Ingeniería Estadística e Informática  
Docente: Fred Torres Cruz

Alumna: Leydy Griselda Aguilar Ccopa

### Práctica Calificada - Ejercicio 3

#### Análisis de Temporadas Turísticas en el Lago Titicaca

#### Ejercicio 3: Simulación de Estacionalidad (Alta, Media y Baja)

**Contexto:** El turismo en Puno no es estático; varía drásticamente según la época del año. En este ejercicio se modelan tres matrices de transición distintas ( $T_{alta}$ ,  $T_{baja}$ ,  $T_{media}$ ) para simular el comportamiento anual y ayudar a la toma de decisiones en la gestión de capacidad hotelera.

#### a) Implementación de la Simulación Anual

El siguiente algoritmo define las reglas de movilidad para cada temporada y simula un ciclo de 360 días, alternando las matrices de transición según el mes correspondiente.

Listing 1: Simulación dinámica de temporadas

```
1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 from scipy import linalg
4 import matplotlib.pyplot as plt
5
6 # Definicion de destinos
7 destinos = ['Puno-Ciudad', 'Islas-Uros', 'Taquile', 'Amantani']
8
9 # 1. Matriz TEMPORADA MEDIA (Estandar)
10 T_media = np.array([
11     [0.25, 0.45, 0.20, 0.10],
12     [0.50, 0.15, 0.25, 0.10],
13     [0.40, 0.10, 0.30, 0.20],
14     [0.55, 0.15, 0.10, 0.20]
15 ])
16
17 # 2. Matriz TEMPORADA ALTA (Mayor movilidad entre islas)
18 T_alta = np.array([
19     [0.15, 0.45, 0.30, 0.10],
20     [0.30, 0.15, 0.40, 0.10],
21     [0.20, 0.10, 0.45, 0.20],
22     [0.50, 0.15, 0.10, 0.25]
23 ])
```

```

19     [0.10, 0.50, 0.30, 0.10], # Puno expulsa turistas hacia islas
20     [0.40, 0.15, 0.35, 0.10],
21     [0.30, 0.10, 0.35, 0.25],
22     [0.40, 0.20, 0.15, 0.25] # Amantani retiene mas gente
23 ])
24
25 # 3. Matriz TEMPORADA BAJA (Refugio en ciudad)
26 T_baja = np.array([
27     [0.60, 0.30, 0.08, 0.02], # Alta retencion en Puno (clima/
28     lluvias)
29     [0.80, 0.15, 0.05, 0.00],
30     [0.70, 0.10, 0.20, 0.00],
31     [0.80, 0.10, 0.05, 0.05] # Dificil acceso a islas lejanas
32 ])
33
34 # Funcion para calcular equilibrio
35 def get_equilibrio(Matriz):
36     val, vec = linalg.eig(Matriz.T)
37     idx = np.argmax(np.abs(val))
38     v = vec[:, idx].real
39     return v / v.sum()
40
41 # Calcular Distribuciones Teoricas
42 dist_media = get_equilibrio(T_media)
43 dist_alta = get_equilibrio(T_alta)
44 dist_baja = get_equilibrio(T_baja)
45
46 # SIMULACION DE 360 DIAS
47 dias_total = 360
48 turistas_total = 1000
49 estado = dist_alta * turistas_total # Inicio en temporada alta
50 historia_anual = np.zeros((dias_total, 4))
51
52 for dia in range(dias_total):
53     historia_anual[dia] = estado
54
55     # Cambio de Matriz segun el mes
56     if dia < 120: T_actual = T_alta      # Jun - Set (Alta)
57     elif dia < 240: T_actual = T_baja    # Ene - Abr (Baja)
58     else: T_actual = T_media             # Resto del año
59
60     estado = T_actual.T @ estado
61
62 # Calculo de promedios anuales
63 promedios = np.mean(historia_anual, axis=0)
64 print(f"Promedios anuales calculados.")

```

## b) Análisis Estático: Comparación de Equilibrios

Antes de la simulación temporal, se calcularon los puntos de equilibrio teóricos para cada matriz.

*[Figura 1: Tabla comparativa de participaciones de mercado por temporada]*

#### Análisis de la Tabla:

- **El “Refugio” de Puno:** En temporada baja, Puno Ciudad absorbe el 66.0 % de la demanda. Esto se debe a que las probabilidades de transición hacia las islas disminuyen drásticamente por factores climáticos.
- **Caída de Amantaní:** Es el destino más sensible. Pasa del 17.1 % en temporada alta a solo 1.4 % en baja, indicando una dependencia total de las condiciones favorables para el turismo vivencial.
- **Resiliencia de Uros:** A pesar de las variaciones, mantiene una cuota estable (24-25 %) debido a su cercanía a la ciudad, actuando como excursión rápida incluso en temporada baja.

#### c) Análisis Dinámico: Evolución Anual

La simulación de 360 días muestra cómo el sistema reacciona a los cambios abruptos de temporada (Día 120 y Día 240).

*[Figura 2: Dinámica anual de turistas. Se observan los “shocks” de demanda al cambiar la matriz de transición]*

*[Figura 3: Promedio diario de turistas por destino a lo largo del año]*

**Interpretación del Gráfico:** Se observa un efecto de “tijera” en los cambios de temporada. En el día 120 (inicio de Temp. Baja), la línea azul (Puno) se dispara verticalmente, mientras que las líneas verde (Taquile) y roja (Amantaní) colapsan. Esto valida el modelo: en invierno/lluvias, los turistas no desaparecen del sistema (el modelo mantiene 1000 pax), sino que cambian su comportamiento, concentrándose en la ciudad.

#### d) Reflexión para la Gestión Hotelera

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

En términos relativos, Amantaní sufre la mayor variación ( pierde el 91 % de su flujo en temporada baja). En términos absolutos, Puno Ciudad experimenta el cambio más drástico, duplicando su ocupación en temporada baja bajo el supuesto de que los turistas permanecen en la región pero no viajan a las islas.

##### 2. Planificación de Personal Hotelero:

- **En Islas (Taquile/Amantaní):** Se recomienda un modelo de contratación flexible. Personal fijo mínimo durante Enero-Marzo (mantenimiento) y contratación temporal masiva (pico de personal) entre Junio-Agosto.
- **En Puno Ciudad:** La demanda es contracíclica a las islas. Los hoteles deben mantener una plantilla robusta todo el año, reforzando servicios de interiores (restaurante, spa, eventos) durante la temporada baja para atender a los turistas que no salen al lago.

### **3. Porcentaje de Capacidad en Puno (Alta vs Baja):**

Paradójicamente, según el modelo de flujo constante (1000 turistas en el sistema), un hotel en Puno debería tener mayor disponibilidad operativa en temporada baja (donde capta el 66 % del mercado) que en temporada alta (28 %). En la realidad, si la afluencia total de turistas al departamento baja en invierno, este efecto se suaviza. Sin embargo, el modelo indica que la participación de mercado de los hoteles de ciudad es máxima cuando el clima es peor.