

# Universidad del Pacífico

## Investigación Operativa II

---

### Análisis Multicriterio

Mag. Luis Miguel Sierra

# Contenido

---

1. Introducción
2. Modelos de Scoring (Multicriterio)
3. Procesos de Análisis Jerárquico
  1. Matriz de Comparación por Pares
  2. Consistencia de la Evaluación

# 1. Introducción

---

Muchos de los problemas de toma de decisiones implican varios **factores** o **criterios** de evaluación, muchas veces subjetivos.

Por ejemplo, si se está considerando un nuevo trabajo, los criterios podrían incluir:

- Salario inicial
- Oportunidades de desarrollo profesional
- Ubicación del trabajo
- La gente con que se va a trabajar
- El tipo de trabajo.

# 1. Introducción

---

Si está considerando la compra de una computadora, los criterios podrían ser, por ejemplo:

- Precio
- La memoria
- Compatibilidad con otros equipos
- Marca
- Disponibilidad de software
- Existencia de grupos o blogs de usuarios
- Soporte técnico.

# 1. Introducción

---

Para decisiones difíciles, se recomienda un enfoque cuantitativo.

A cada criterio se le puede dar pesos apropiados y cada alternativa puede ser evaluada según estos criterios.

Este enfoque es el **Proceso de Evaluación Multicriterio**.

En otros casos, es posible que no sea tan fácil cuantificar nuestras preferencias por diferentes criterios y alternativas.

Entonces se usa el **Proceso de Análisis Jerárquico (AHP)**.

Este proceso utiliza comparaciones por pares y luego calcula los pesos y evaluaciones por nosotros.

## 2. Proceso de Evaluación Multicriterio

### CASO: Elección de un trabajo

---

Se empieza haciendo una lista de los criterios y su importancia relativa en una escala de 0 a 1.

#### **CASO: Elección de un trabajo**

Un egresado, está viendo varias opciones de trabajo. Ha determinado que hay tres factores importantes:

- Salario
- Oportunidades de ascenso
- Ubicación del trabajo

Los pesos que asigna a cada criterio son: 0.3, 0.6 y 0.1

## 2. Proceso de Evaluación Multicriterio

---

Se esperan las propuestas de trabajo de 3 empresas:  
Inter SAC, M777 y ROC.

Con su asesor, ha evaluado cada uno de estos trabajos, según cada criterio, en una escala de 0 a 1, lo cual se muestra en la tabla:

Criterio	Inter SAC	M777	ROC
Salario	0.7	0.8	0.9
Oportunidad de ascenso	0.6	0.7	0.6
Ubicación	0.6	0.8	0.9

Se calcula la evaluación ponderada.

**Se elige la alternativa con mayor evaluación ponderada**  
**Mejor, si se ordenan las alternativas de mayor a menor**

### 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

Desarrollado por Thomas L. Saaty en su libro de 1980, *The Analytic Hierarchy Process* (**AHP**)

En muchos casos, los tomadores de decisiones pueden tener dificultades para determinar con precisión los pesos de los criterios y las evaluaciones de las alternativas.

**En tales casos, se puede utilizar el AHP.**

El tomador de decisiones empieza por asentar la jerarquía global de la decisión.

Luego, se realizan comparaciones por pares, que dan lugar a la determinación de los pesos de los criterios y las evaluaciones de las alternativas según los criterios y se prosigue como en el Proceso Multicriterio.



# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

## CASO: Elección de un Sistema Informático

---

Un pequeño empresario está buscando un nuevo sistema informático para su negocio.

Ha establecido siguientes criterios importantes:

- Hardware
- Software
- Soporte técnico

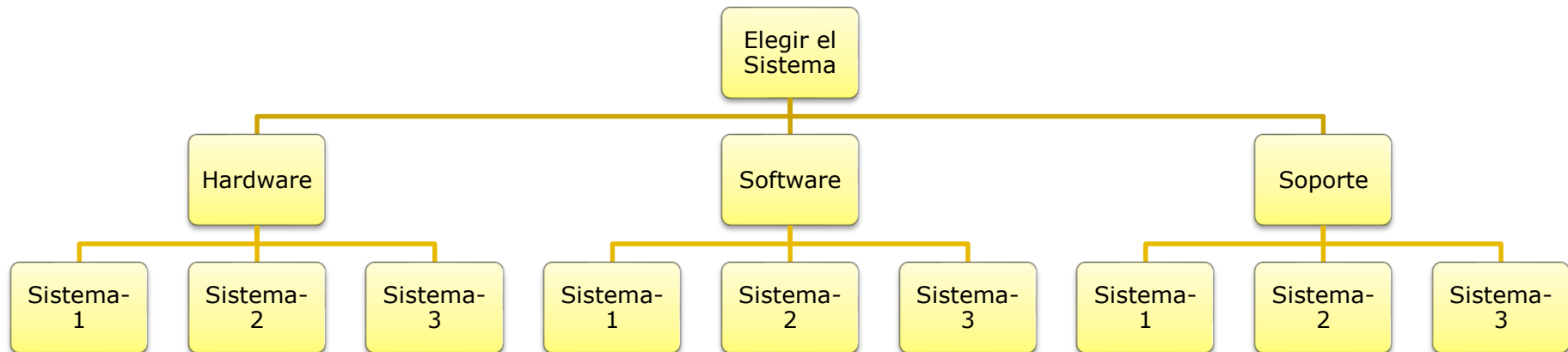
Por otra parte, ha reducido sus alternativas a tres posibles sistemas informáticos:

- SISTEMA-1
- SISTEMA-2
- SISTEMA-3

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

Para empezar, ha colocado estos criterios y alternativas en una jerarquía de decisiones:



### 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

La clave del AHP son las comparaciones por pares.

Se comparan dos alternativas, según un criterio.

De las dos, se determina la alternativa más importante y se cuantifica su importancia relativa, según la escala:

#### ESCALA DE PREFERENCIAS

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

## **Comparación por pares según el criterio Hardware:**

Se pueden realizar las siguientes comparaciones:

### ➤ **SISTEMA-1 vs. SISTEMA-2:**

El Sistema-1 es más importante.

Es moderadamente preferible al Sistema-2

Corresponde el puntaje según la escala: **3**

### ➤ **SISTEMA-1 vs. SISTEMA-3:**

El Sistema-1 es más importante.

Es extremadamente preferible al Sistema-3

Corresponde el puntaje según la escala: **9**

### ➤ **SISTEMA-2 vs. SISTEMA-3**

El Sistema-2 es más importante.

Es entre fuerte y muy fuertemente preferible al Sistema-3

Corresponde el puntaje según la escala: **6**

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

## Comparación por pares según el criterio Software:

### ➤ SISTEMA-1 vs. SISTEMA-2:

El Sistema-2 es más importante.

Es entre igual y moderadamente preferible al Sistema-1

Corresponde el puntaje según la escala: **2**

### ➤ SISTEMA-1 vs. SISTEMA-3:

El Sistema-3 es más importante.

Es entre muy fuertemente y extremadamente preferible al Sistema-1

Corresponde el puntaje según la escala: **8**

### ➤ SISTEMA-2 vs. SISTEMA-3

El Sistema-3 es más importante.

Es entre fuertemente preferible al Sistema-2

Corresponde el puntaje según la escala: **5**

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

## Comparación por pares según el criterio Soporte:

### ➤ SISTEMA-1 vs. SISTEMA-2:

El Sistema-1 es igualmente preferible que el Sistema-2  
Corresponde el puntaje según la escala: **1**

### ➤ SISTEMA-1 vs. SISTEMA-3:

El Sistema-1 es más importante.  
Es entre fuerte y muy fuertemente preferible al Sistema-3  
Corresponde el puntaje según la escala: **6**

### ➤ SISTEMA-2 vs. SISTEMA-3

El Sistema-2 es más importante.  
Es moderadamente preferible al Sistema-3  
Corresponde el puntaje según la escala: **3**

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

## Asimismo se comparan los criterios:

### ➤ Hardware vs. Software:

El Software es más importante.

Es entre muy fuertemente y extremadamente preferible al Hardware

Corresponde el puntaje según la escala: **8**

### ➤ Hardware vs. Soporte:

El Soporte es más importante.

Es moderadamente preferible al Hardware

Corresponde el puntaje según la escala: **3**

### ➤ Software vs. Soporte:

El Software es más importante.

Es moderadamente preferible al Soporte

Corresponde el puntaje según la escala: **3**

## 3.2 Consistencia de las Evaluaciones

---

Se evalúa la consistencia de cada matriz de evaluación por pares. Se consideran indirectamente consistencias como:

1. Si evaluación de A > evaluación B, además
2. evaluación de B > evaluación C, entonces debería ser:
3. evaluación de A > evaluación C

El objetivo es determinar el **Ratio de Consistencia (RC)**

- **Si  $RC \leq 0.1$**  => las evaluaciones son relativamente consistentes
- **Si  $RC > 0.1$**  => se deben reconsiderar las evaluaciones



## 3.2 Consistencia de las Evaluaciones

---

### **Procedimiento para determinar la consistencia de la matriz de evaluaciones:**

1. Calcular el **vector de puntajes ponderados** multiplicando la **matriz de evaluaciones originales** por el **vector de evaluación normalizada**.
2. Calcular el **vector de consistencias**, dividiendo cada elemento del vector de puntajes ponderados entre el respectivo elemento del vector de evaluación normalizada
3. Calcular **Lambda** y el **Índice de Consistencia (IC)**
4. Calcular el **Ratio de Consistencia (RC)** usando tabla **Random Index (RI)**
5. Conclusión:
  - Si  $RC \leq 0.1$  => las evaluaciones son relativamente consistentes
  - Si  $RC > 0.1$  => se deben reconsiderar las evaluaciones

## 3.2 Consistencia de las Evaluaciones

### Fórmulas y Tabla para evaluar la consistencia

---

➤ Índice de Consistencia (IC): 
$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

$\lambda$ : es el promedio de del vector de consistencia

**$n$**  es la cantidad de alternativas siendo comparadas

➤ Tabla de RI:

<b>n</b>	<b>RI</b>
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

$$RC = \frac{IC}{RI}$$

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

## CASO: Compra de un auto nuevo

---

Se desea adquirir un auto nuevo.

Se estableció los siguientes criterios:

- Precio
- Consumo en Km/gal
- Comfort
- Estilo

Por otra parte, ha reducido sus alternativas a tres:

- Modelo 1
- Modelo 2
- Modelo 3

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

## CASO: Compra de un auto nuevo

---

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Precio	18000	13000	11000
Km/gal	46	53	60
Comfort	Lujoso	Regular	Básico
Estilo (origen)	Europeo	Coreano	Brasileño

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

## CASO: Compra de un auto nuevo

Criterios	Precio	Km/gal	Comfort	Estilo
Precio		3	2	2
Km/gal				
Comfort		4		
Estilo		4	2	

Precio	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Modelo 1			
Modelo 2	3		
Modelo 3	4	2	

Km/gal	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Modelo 1			
Modelo 2	4		
Modelo 3	6	3	

Comfort	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Modelo 1		2	8
Modelo 2			6
Modelo 3			

### En relación al estilo:

- El Modelo 1 es entre moderada y fuertemente preferible al Modelo 3
- El Modelo 2 es moderadamente preferible al Modelo 1
- El Modelo 2 es muy fuertemente preferible al Modelo 3

# 3. Proceso de Análisis Jerárquico

---

Completar el Proceso para el caso de la compra de auto nuevo en la Hoja de Cálculo.