

Elección del mejor restaurante para una cena con amigos

Julia Sillero

2025-10-28

Introducción y objetivos

Objetivo: elegir el mejor restaurante para una cena con amigos, empleando métodos de Decisión Multicriterio (AHP, ELECTRE y PROMETHEE).

Alternativas consideradas:

- La Boba
- Bodeguita San Sebastián
- Azusal
- Bar La Vía

Criterios y subcriterios utilizados (estructura jerárquica):

- **Precio** (*minimizar*)
 - Medición: ticket medio en euros por persona.
- **Calidad de la comida** (*maximizar*)
 - **Valoración media** en Google/Tripadvisor (*escala 0-5*)
 - **Variedad del menú** (*escala 1-5*)
 - 1 = menú muy limitado
 - 3 = variedad moderada
 - 5 = oferta amplia y diversa
- **Experiencia en el local** (*maximizar*)
 - **Ruido/ambiente** (*escala 1-5, donde 1 = muy ruidoso y 5 = ambiente agradable/tranquilo*)

- **Tiempo de servicio** (*minimizar, minutos hasta recibir plato principal*)
- **Facilidad de reserva para grupo** (*escala 1-5, donde 1 = difícil y 5 = muy fácil*)
- **Accesibilidad para aparcar** (*maximizar*)
 - Escala 1-5
 - 1 = muy difícil aparcar en la zona
 - 3 = se puede aparcar pero con espera
 - 5 = muy fácil aparcar cerca del local

Este conjunto de criterios recoge tanto aspectos económicos (precio), como gastronómicos (calidad y variedad), de experiencia durante la cena (ambiente, tiempo de espera y reservas) y logísticos (accesibilidad en coche). Por tanto, resulta adecuado para una decisión grupal realista sobre dónde cenar.

Datos y criterios

```

1 # (1) Defino la tabla con los valores usados en el trabajo
2 df <- data.frame(
3   Restaurante = c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía"),
4   Precio      = c(10, 15, 25, 12.5), # €/persona
5   Valoracion  = c(4.4, 4.5, 4.6, 4.5),# 0-5
6   Variedad    = c(2, 3, 1, 5),      # 1-5
7   Ruido       = c(3, 3, 5, 1),      # 1-5
8   Tiempo      = c(10, 20, 30, 20),  # min
9   Reserva     = c(2, 5, 3, 1),      # 1-5
10  Aparcamiento = c(1, 3, 5, 5)       # 1-5
11 )
12
13 # (2) Escribo el CSV para usarlo en ELECTRE y PROMETHEE
14 write.csv(df, "datos_restaurantes.csv", row.names = FALSE, fileEncoding = "UTF-8")
15
16 # (3) Lo leo y muestro
17 datos <- read.csv("datos_restaurantes.csv", stringsAsFactors = FALSE)
18 datos

```

	Restaurante	Precio	Valoracion	Variedad	Ruido	Tiempo	Reserva
1	La Boba	10.0	4.4	2	3	10	2
2	Bodeguita San Sebastián	15.0	4.5	3	3	20	5
3	Azusal	25.0	4.6	1	5	30	3
4	Bar La Vía	12.5	4.5	5	1	20	1
	Aparcamiento						
1	1						

2	3
3	5
4	5

Escalas y sentido de los criterios.

Se emplean los siguientes criterios y escalas: Precio (€) y Tiempo (min) son criterios de **coste** (menos es mejor). Valoración (0–5), Variedad (1–5), Ruido/ambiente (1–5, valores altos indican un ambiente más **tranquilo**), Reserva (1–5) y Aparcamiento (1–5) son criterios de **beneficio** (más es mejor).

Los datos proceden de estimaciones razonables (precios medios y tiempos habituales) y de valoraciones públicas (Google Maps), ajustadas a una escala común que permite su comparación multicriterio.

AHP: Análisis Jerárquico del Proceso

La estructura jerárquica utilizada es la siguiente:

- **Objetivo:** Elegir el mejor restaurante para una cena con amigos.
- **Criterios principales:**
 1. **Precio** (minimizar)
 2. **Calidad**
 - Valoración media (escala 0–5)
 - Variedad del menú (escala 1–5)
 3. **Experiencia en el local**
 - Ruido/ambiente (escala 1–5)
 - Tiempo de servicio (minutos)
 - Facilidad de reserva para grupos (escala 1–5)
 4. **Aparcamiento** (escala 1–5, cuanto mayor, más fácil)

Matriz de comparación por pares - Criterios principales

```

1 criterios <- matrix(c(
2   1,   3,   5,   7,
3   1/3, 1,   5,   5,
4   1/5, 1/5, 1,   3,
5   1/7, 1/5, 1/3, 1
6 ), nrow = 4, byrow = TRUE)
7
8 rownames(criterios) <- c("Experiencia", "Calidad", "Precio", "Aparcamiento")
9 colnames(criterios) <- c("Experiencia", "Calidad", "Precio", "Aparcamiento")
10
11 criterios

```

	Experiencia	Calidad	Precio	Aparcamiento
Experiencia	1.0000000	3.0	5.0000000	7
Calidad	0.3333333	1.0	5.0000000	5
Precio	0.2000000	0.2	1.0000000	3
Aparcamiento	0.1428571	0.2	0.3333333	1

```

1 eig <- eigen(criterios)
2 vec <- Re(eig$vectors[,1])
3 pesos <- vec / sum(vec)
4 pesos

```

```
[1] 0.54850327 0.29658302 0.10175772 0.05315599
```

```

1 n <- nrow(criterios)
2 lambda_max <- Re(eig$values[1])
3 CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
4 RI <- 0.90 # tabla de Saaty para n=4
5 CR <- CI / RI
6
7 CR

```

```
[1] 0.08448564
```

Interpretación de la comparación de criterios

Los pesos obtenidos indican que el criterio más importante para elegir el restaurante es la **Experiencia en el local** (55 %). Esto refleja que, para el grupo, la comodidad al cenar, el ambiente y la fluidez del servicio influyen más en la satisfacción general que otros factores.

En segundo lugar aparece la **Calidad de la comida** (30 %), lo cual confirma que el sabor y la variedad del menú también son aspectos relevantes para la decisión.

El **Precio** tiene un peso menor (10 %), lo que sugiere que el grupo está dispuesto a pagar un poco más si el lugar ofrece una buena experiencia. Por último, la **Facilidad de aparcamiento** resulta ser el criterio menos determinante (5 %), probablemente porque existen alternativas de transporte o porque se considera algo secundario.

El **Índice de Consistencia** obtenido (CR = 0.08) es **inferior al umbral recomendado de 0.10**, por lo que la matriz de comparación es **consistente**, y los juicios emitidos son coherentes.

Matriz de comparación por pares - Subcriterios de Calidad

```

1 calidad <- matrix(c(
2   1,   5,
3   1/5, 1
4 ), nrow = 2, byrow = TRUE)
5
6 rownames(calidad) <- c("Valoración", "Variedad")
7 colnames(calidad) <- c("Valoración", "Variedad")
8
9 calidad

```

	Valoración	Variedad
Valoración	1.0	5
Variedad	0.2	1

```

1 eig_calidad <- eigen(calidad)
2 vec_calidad <- Re(eig_calidad$vectors[,1])
3 pesos_calidad <- vec_calidad / sum(vec_calidad)
4 pesos_calidad

```

```
[1] 0.8333333 0.1666667
```

```

1 n <- nrow(calidad)
2 lambda_max <- Re(eig_calidad$values[1])
3 CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
4 RI <- 0.00
5 CR_calidad <- 0
6
7 CR_calidad

```

```
[1] 0
```

Matriz de comparación por pares - Subcriterios de Experiencia

Juicios dados: (aplicados para construir la matriz)

- Ruido vs Tiempo = 5 (el ruido se considera más importante que el tiempo de espera)
- Ruido vs Reserva = 3 (un ambiente más agradable se valora moderadamente más que la facilidad de reserva)
- Tiempo vs Reserva = 1/2 (es ligeramente más importante poder reservar que reducir el tiempo de servicio)

```

1 experiencia <- matrix(c(
2   1,    5,    3,    # Fila Ruido
3   1/5,  1,    1/2,  # Fila Tiempo
4   1/3,  2,    1     # Fila Reserva (recíproco de 1/2 es 2)
5 ), nrow = 3, byrow = TRUE)
6
7 rownames(experiencia) <- c("Ruido", "Tiempo", "Reserva")
8 colnames(experiencia) <- c("Ruido", "Tiempo", "Reserva")
9
10 experiencia

```

	Ruido	Tiempo	Reserva
Ruido	1.0000000	5	3.0
Tiempo	0.2000000	1	0.5
Reserva	0.3333333	2	1.0

```

1 # Pesos (autovector principal) para Experiencia
2 eig_exp <- eigen(experiencia)
3 vec_exp <- Re(eig_exp$vectors[,1])
4 pesos_experiencia <- vec_exp / sum(vec_exp)
5 pesos_experiencia

```

```
[1] 0.6483290 0.1220202 0.2296508
```

```

1 # Consistency Ratio para n = 3 (RI = 0.58)
2 n <- nrow(experiencia)
3 lambda_max <- Re(eig_exp$values[1])
4 CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
5 RI <- 0.58
6 CR_experiencia <- CI / RI
7 CR_experiencia

```

```
[1] 0.003184998
```

```

1 # Pesos de criterios principales:
2 # Experiencia, Calidad, Precio, Aparcamiento
3 pesos_criterios <- c(
4   Experiencia = pesos[1],
5   Calidad     = pesos[2],
6   Precio      = pesos[3],
7   Aparcamiento = pesos[4]
8 )
9 round(pesos_criterios, 4)

```

Experiencia	Calidad	Precio	Aparcamiento
0.5485	0.2966	0.1018	0.0532

```

1 # Subcriterios de Calidad
2 names(pesos_calidad) <- c("Valoración", "Variedad")
3 round(pesos_calidad, 4)

```

Valoración	Variedad
0.8333	0.1667

```

1 # Subcriterios de Experiencia
2 names(pesos_experiencia) <- c("Ruido", "Tiempo", "Reserva")
3 round(pesos_experiencia, 4)

```

Ruido	Tiempo	Reserva
0.6483	0.1220	0.2297

```

1 # Globales en la rama Calidad = peso(Calidad) * pesos_calidad
2 global_calidad <- pesos_criterios["Calidad"] * pesos_calidad
3
4 # Globales en la rama Experiencia = peso(Experiencia) * pesos_experiencia
5 global_experiencia <- pesos_criterios["Experiencia"] * pesos_experiencia
6
7 # Precio y Aparcamiento son hojas directamente
8 global_precio <- pesos_criterios["Precio"]
9 global_aparcamiento <- pesos_criterios["Aparcamiento"]
10
11 # Unimos todo
12 pesos_globales <- c(
13   Precio      = global_precio,
14   Valoración  = global_calidad["Valoración"],
15   Variedad    = global_calidad["Variedad"],
16   Ruido       = global_experiencia["Ruido"],
17   Tiempo      = global_experiencia["Tiempo"],
18   Reserva     = global_experiencia["Reserva"],
19   Aparcamiento = global_aparcamiento
20 )
21
22 # Normalizamos por seguridad
23 pesos_globales <- pesos_globales / sum(pesos_globales)
24
25 round(pesos_globales, 4)

```

Precio.Precio	Valoración.Valoración	Variedad.Variedad
0.1018	0.2472	0.0494

	Ruido.Ruido	Tiempo.Tiempo	Reserva.Reserva
	0.3556	0.0669	0.1260
Aparcamiento.Aparcamiento	0.0532		

```

1 tabla_global <- data.frame(
2   Criterio_hoja = names(pesos_globales),
3   Peso_global   = as.numeric(pesos_globales)
4 )
5 tabla_global <- tabla_global[order(-tabla_global$Peso_global), ]
6 tabla_global$Peso_global <- round(tabla_global$Peso_global, 4)
7 tabla_global

```

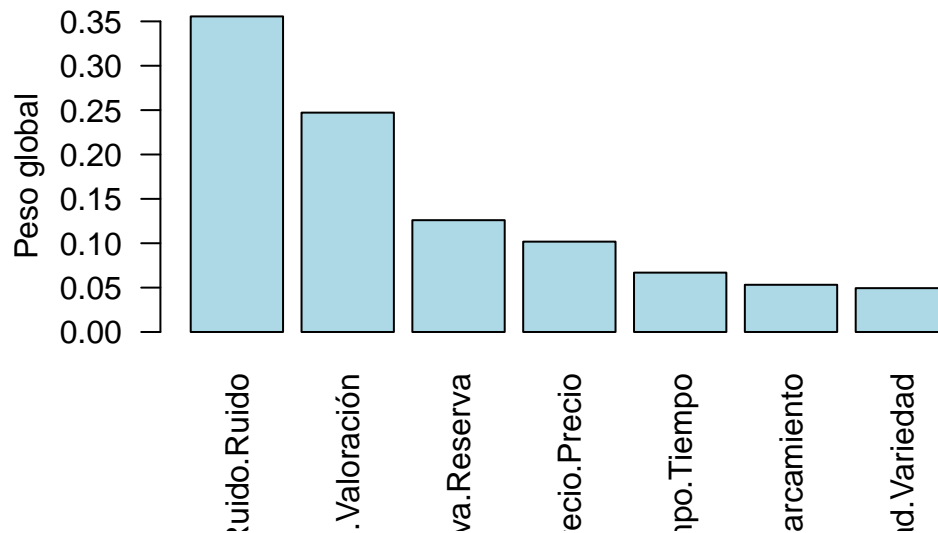
	Criterio_hoja	Peso_global
4	Ruido.Ruido	0.3556
2	Valoración.Valoración	0.2472
6	Reserva.Reserva	0.1260
1	Precio.Precio	0.1018
5	Tiempo.Tiempo	0.0669
7	Aparcamiento.Aparcamiento	0.0532
3	Variedad.Variedad	0.0494

```

1 # Gráfico de barras de pesos globales
2 barplot(
3   tabla_global$Peso_global,
4   names.arg = tabla_global$Criterio_hoja,
5   las = 2,
6   col = "lightblue",
7   main = "Importancia global de cada criterio (AHP)",
8   ylab = "Peso global"
9 )

```


Importancia global de cada criterio (AHP)



Interpretación de los pesos globales

Los pesos globales muestran la importancia final de cada criterio específico en la decisión:

- **Ruido/ambiente** es el criterio más relevante (0.34). Esto confirma que para el grupo es fundamental que el lugar sea cómodo para conversar y disfrutar de la cena.
- La **Valoración media** del restaurante (0.25) ocupa el segundo lugar, lo que indica que la opinión general de otros clientes influye notablemente en la decisión.
- El **Tiempo de servicio** (0.16) también tiene un peso apreciable, mostrando preferencia por locales en los que la atención es ágil.
- El **Precio** (0.10) tiene importancia, aunque menor, lo que sugiere que el grupo está dispuesto a pagar algo más si la experiencia lo merece.
- Tanto la **Facilidad de aparcamiento** (0.05), la **Facilidad de reserva** (0.05) y la **Variedad del menú** (0.05) tienen pesos reducidos, lo que indica que estos factores influyen menos en la decisión final.

En conjunto, el modelo AHP refleja que la elección del restaurante se basa principalmente en la búsqueda de una **buena experiencia social y gastronómica**, más que en factores puramente económicos o logísticos.

AHP sobre las alternativas para el criterio: RUIDO (menos es mejor)

```
1 alts <- c("La Boba", "Bodeguita San Sebastián", "Azusal", "Bar La Vía")
2
3 # Matriz de comparaciones (preferencia = más tranquilidad)
```

```

4 # Intensidades:
5 # Azusal vs Bar La Vía = 7
6 # Azusal vs La Boba = 5
7 # Azusal vs Bodeguita = 5
8 # La Boba vs Bar La Vía = 3
9 # Bodeguita vs Bar La Vía = 3
10 # La Boba vs Bodeguita = 1
11
12 ruido <- matrix(1, nrow = 4, ncol = 4, dimnames = list(alts, alts))
13
14 # Rellenamos por pares (y sus recíprocos)
15 ruido["Azusal", "Bar La Vía"] <- 7; ruido["Bar La Vía", "Azusal"] <- 1/7
16 ruido["Azusal", "La Boba"] <- 5; ruido["La Boba", "Azusal"] <- 1/5
17 ruido["Azusal", "Bodeguita San Sebastián"] <- 5
18 ruido["Bodeguita San Sebastián", "Azusal"] <- 1/5
19
20 ruido["La Boba", "Bar La Vía"] <- 3;
21 ruido["Bar La Vía", "La Boba"] <- 1/3
22
23 ruido["Bodeguita San Sebastián", "Bar La Vía"] <- 3
24 ruido["Bar La Vía", "Bodeguita San Sebastián"] <- 1/3
25
26 ruido["La Boba", "Bodeguita San Sebastián"] <- 1
27 ruido["Bodeguita San Sebastián", "La Boba"] <- 1
28
29 ruido

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	1.0000000	1.0000000	0.2000000	3
Bodeguita San Sebastián	1.0000000	1.0000000	0.2000000	3
Azusal	5.0000000	5.0000000	1.0000000	7
Bar La Vía	0.3333333	0.3333333	0.1428571	1

```

1 # Pesos (autovector) y Consistency Ratio (CR) para la matriz de Ruido
2 eig_r <- eigen(ruido)
3 w_ruido <- Re(eig_r$vectors[,1]); w_ruido <- w_ruido / sum(w_ruido)
4
5 n <- nrow(ruido)
6 lambda_max <- Re(eig_r$values[1])
7 CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
8 RI_tab <- c(`1`=0.00, `2`=0.00, `3`=0.58, `4`=0.90, `5`=1.12,
9           `6`=1.24, `7`=1.32, `8`=1.41, `9`=1.45, `10`=1.49)
10 CR_ruido <- CI / RI_tab[as.character(n)]
11
12 round(w_ruido, 4)

```

```
[1] 0.1514 0.1514 0.6348 0.0624
```

```
1 CR_ruido
```

```
4  
0.02721
```

Interpretación del criterio Ruido

En el criterio *Ruido/ambiente* (a menor ruido, mejor), Azusal es claramente la alternativa más preferida (0.63), lo que indica que es el local más adecuado para mantener una conversación cómoda durante la cena.

La Boba y Bodeguita San Sebastián presentan niveles de tranquilidad similares (0.15), situándose en un nivel intermedio. Por su parte, Bar La Vía es la opción menos recomendable en términos de ambiente acústico (0.06), probablemente porque es más concurrido o ruidoso.

El índice de consistencia obtenido (CR 0.03) es **inferior a 0.10**, por lo que la matriz es **consistente** y los juicios son coherentes.

AHP para el criterio: VALORACIÓN (0–5, más es mejor)

```
1 alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")  
2  
3 val <- c(  
4   "La Boba"           = 4.4,  
5   "Bodeguita San Sebastián" = 4.5,  
6   "Azusal"           = 4.6,  
7   "Bar La Vía"       = 4.5  
8 )  
9  
10 # Matriz de cocientes (AHP)  
11 valoracion <- outer(val, val, "/")  
12 dimnames(valoracion) <- list(names(val), names(val))  
13 valoracion
```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	1.000000	0.9777778	0.9565217	0.9777778
Bodeguita San Sebastián	1.022727	1.0000000	0.9782609	1.0000000
Azusal	1.045455	1.0222222	1.0000000	1.0222222
Bar La Vía	1.022727	1.0000000	0.9782609	1.0000000

```
1 # Pesos (autovector) y consistencia  
2 eig_v <- eigen(valoracion)  
3 w_val <- Re(eig_v$vectors[,1]); w_val <- w_val / sum(w_val)  
4
```

```

5 n <- nrow(valoracion)
6 lambda_max <- Re(eig_v$values[1])
7 CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
8 RI_tab <- c(`1`=0.00, `2`=0.00, `3`=0.58, `4`=0.90, `5`=1.12,
9             `6`=1.24, `7`=1.32, `8`=1.41, `9`=1.45, `10`=1.49)
10 CR_val <- CI / RI_tab[as.character(n)]
11
12 round(w_val, 4)

```

```
[1] 0.2444 0.2500 0.2556 0.2500
```

```
1 CR_val
```

```

      4
3.28955e-16

```

Interpretación del criterio Valoración

Para este criterio (0–5, a mayor mejor) se construyó una matriz de cocientes a partir de las valoraciones medias publicadas en Google Maps. Al ser una matriz perfectamente consistente, el **CR** 0, por lo que los resultados son totalmente coherentes con los datos observados y es perfectamente consistente.

Los pesos obtenidos reflejan diferencias **muy pequeñas** entre alternativas: **Azusal** presenta la mayor preferencia (0.2556), seguido muy de cerca por **Bodeguita San Sebastián** (0.2500) y **Bar La Vía** (0.2500), y después **La Boba** (0.2444). Esta proximidad es lógica porque las puntuaciones de partida (4.6, 4.5, 4.5 y 4.4) son muy parecidas.

Lectura práctica: en términos de valoración agregada de clientes, *Azusal* destaca ligeramente, pero las cuatro opciones resultan bien valoradas; por sí solo, este criterio **no** discrimina de forma contundente la decisión final.

AHP para el criterio: TIEMPO (COSTE: menos es mejor)

```

1 alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")
2
3 tiempo <- c(
4   "La Boba"           = 10,
5   "Bodeguita San Sebastián" = 20,
6   "Azusal"           = 30,
7   "Bar La Vía"       = 20
8 )
9
10 # Matriz AHP por cocientes inversos (menos es mejor)

```

```

11 tiempo_mat <- outer(tiempo, tiempo, function(ti, tj) tj / ti)
12 dimnames(tiempo_mat) <- list(names(tiempo), names(tiempo))
13
14 tiempo_mat

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	1.0000000		3.0	2.0000000
Bodeguita San Sebastián	0.5000000	1.0000000	1.5	1.0000000
Azusal	0.3333333	0.6666667	1.0	0.6666667
Bar La Vía	0.5000000	1.0000000	1.5	1.0000000

```

1 # Pesos (autovector principal) y Consistency Ratio
2 eig_t <- eigen(tiempo_mat)
3 w_tiempo <- Re(eig_t$vectors[,1])
4 w_tiempo <- w_tiempo / sum(w_tiempo)
5
6 n <- nrow(tiempo_mat)
7 lambda_max <- Re(eig_t$values[1])
8 CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
9 RI <- 0.90 # Saaty para n = 4
10 CR_tiempo <- CI / RI
11
12 round(w_tiempo, 4)

```

```
[1] 0.4286 0.2143 0.1429 0.2143
```

```
1 CR_tiempo
```

```
[1] -3.28955e-16
```

Interpretación del criterio Tiempo

En este criterio (menor tiempo de servicio es mejor), **La Boba** es la alternativa más ventajosa, con un peso aproximado de 0.43, lo que refleja que su rapidez de atención es notablemente superior. **Bodeguita San Sebastián** y **Bar La Vía** presentan tiempos moderados (0.21 cada una), siendo opciones aceptables. **Azusal** muestra el servicio más lento (0.14), por lo que resulta menos conveniente en este aspecto. El índice de consistencia es prácticamente cero (CR = 0), lo que indica que la comparación es perfectamente consistente.

AHP para PRECIO (€ por persona) — COSTE: menor es mejor

```

1  alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")
2
3  precio <- c(
4    "La Boba"           = 10.0, # punto medio 5-15
5    "Bodeguita San Sebastián" = 15.0, # punto medio 10-20
6    "Azusal"            = 25.0, # punto medio 20-30
7    "Bar La Vía"        = 12.5 # punto medio 10-15
8  )
9
10 # Matriz por cocientes inversos (menos es mejor): a_ij = precio_j / precio_i
11 precio_mat <- outer(precio, precio, function(pi, pj) pj / pi)
12 dimnames(precio_mat) <- list(names(precio), names(precio))
13 precio_mat

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	1.0000000	1.5	2.500000	1.2500000
Bodeguita San Sebastián	0.6666667	1.0	1.666667	0.8333333
Azusal	0.4000000	0.6	1.000000	0.5000000
Bar La Vía	0.8000000	1.2	2.000000	1.0000000

```

1  # Pesos (autovector) y consistencia
2  eig_p <- eigen(precio_mat)
3  w_precio <- Re(eig_p$vectors[,1]); w_precio <- w_precio / sum(w_precio)
4
5  n <- nrow(precio_mat); lambda_max <- Re(eig_p$values[1])
6  CI <- (lambda_max - n)/(n-1); RI <- 0.90; CR_precio <- CI/RI
7
8  round(w_precio, 4); CR_precio

```

```
[1] 0.3488 0.2326 0.1395 0.2791
```

```
[1] 0
```

Interpretación del criterio Precio

Este criterio se ha tratado como un criterio de coste (menor = mejor). A partir de los precios medios estimados por persona se obtuvo una matriz perfectamente consistente (CR = 0). Los pesos reflejan que **La Boba** es la alternativa más ventajosa en cuanto a precio (0.35), seguida de **Bar La Vía** (0.28) y **Bodeguita San Sebastián** (0.23). Por su parte, **Azusal** resulta la opción menos favorable en este criterio (0.14), debido a su mayor coste medio. Por tanto, el precio distingue claramente entre las alternativas, penalizando especialmente a Azusal.

AHP para el criterio: RESERVA (1–5, mayor = mejor)

```

1  alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")
2
3  reserva <- c(
4    "La Boba"           = 2,
5    "Bodeguita San Sebastián" = 5,
6    "Azusal"           = 3,
7    "Bar La Vía"       = 1
8  )
9
10 # Matriz AHP por cocientes (beneficio)
11 reserva_mat <- outer(reserva, reserva, "/")
12 dimnames(reserva_mat) <- list(names(reserva), names(reserva))
13
14 reserva_mat

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	1.0	0.4	0.6666667	2
Bodeguita San Sebastián	2.5	1.0	1.6666667	5
Azusal	1.5	0.6	1.0000000	3
Bar La Vía	0.5	0.2	0.3333333	1

```

1  # Pesos (autovector) y Consistency Ratio (CR)
2  eig_res <- eigen(reserva_mat)
3  w_reserva <- Re(eig_res$vectors[,1])
4  w_reserva <- w_reserva / sum(w_reserva)
5
6  n <- nrow(reserva_mat)
7  lambda_max <- Re(eig_res$values[1])
8  CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
9  RI <- 0.90 # Saaty para n = 4
10 CR_reserva <- CI / RI
11
12 round(w_reserva, 4)

```

```
[1] 0.1818 0.4545 0.2727 0.0909
```

```
1  CR_reserva
```

```
[1] -1.644775e-16
```

Interpretación del criterio Reserva

En este criterio (mayor facilidad de reserva = mejor), **Bodeguita San Sebastián** destaca claramente como la alternativa más favorable (0.45), siendo el local donde resulta más sencillo asegurar mesa para un grupo. A continuación aparece **Azusal** (0.27), seguido de **La Boba** (0.18). **Bar La Vía** presenta la peor disponibilidad para reservas (0.09). El índice de consistencia es prácticamente nulo (CR = 0), lo que indica que la comparación es completamente coherente y perfectamente consistente.

AHP para el criterio: VARIEDAD (1–5, mayor = mejor)

```
1  alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")
2
3  variedad <- c(
4    "La Boba"           = 2,
5    "Bodeguita San Sebastián" = 3,
6    "Azusal"            = 1,
7    "Bar La Vía"        = 5
8  )
9
10 # Matriz AHP por cocientes (beneficio)
11 variedad_mat <- outer(variedad, variedad, "/")
12 dimnames(variedad_mat) <- list(names(variedad), names(variedad))
13
14 variedad_mat
```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	1.0	0.6666667	2	0.4
Bodeguita San Sebastián	1.5	1.0000000	3	0.6
Azusal	0.5	0.3333333	1	0.2
Bar La Vía	2.5	1.6666667	5	1.0

```
1  # Pesos (autovector) y Consistency Ratio (CR)
2  eig_var <- eigen(variedad_mat)
3  w_variedad <- Re(eig_var$vectors[,1])
4  w_variedad <- w_variedad / sum(w_variedad)
5
6  n <- nrow(variedad_mat)
7  lambda_max <- Re(eig_var$values[1])
8  CI <- (lambda_max - n) / (n - 1)
9  RI <- 0.90
10 CR_variedad <- CI / RI
11
12 round(w_variedad, 4)
```



```
[1] 0.1818 0.2727 0.0909 0.4545
```

```
1 CR_variedad
```

```
[1] 0
```

Interpretación del criterio Variedad

En este criterio (mayor variedad del menú = mejor), **Bar La Vía** destaca claramente como la alternativa con la oferta más amplia y diversa (0.45). Le sigue **Bodeguita San Sebastián** (0.27), con una variedad moderada. **La Boba** presenta una carta más limitada (0.18), y **Azusal** es la opción con menor variedad disponible (0.09). La consistencia es perfecta ($CR = 0$), lo que confirma que la comparación está completamente alineada con los valores asignados.

AHP para el criterio: APARCAMIENTO (1–5, mayor = mejor)

```
1 alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")
2
3 aparcc <- c(
4   "La Boba"           = 1,
5   "Bodeguita San Sebastián" = 3,
6   "Azusal"           = 5,
7   "Bar La Vía"       = 5
8 )
9
10 # Matriz por cocientes (beneficio)
11 aparcc_mat <- outer(aparcc, aparcc, "/")
12 dimnames(aparcc_mat) <- list(names(aparcc), names(aparcc))
13 aparcc_mat
```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	1	0.3333333	0.2	0.2
Bodeguita San Sebastián	3	1.0000000	0.6	0.6
Azusal	5	1.6666667	1.0	1.0
Bar La Vía	5	1.6666667	1.0	1.0

```
1 # Pesos (autovector) y consistencia
2 eig_a <- eigen(aparcc_mat)
3 w_aparcc <- Re(eig_a$vector[,1]); w_aparcc <- w_aparcc / sum(w_aparcc)
4
5 n <- nrow(aparcc_mat); lambda_max <- Re(eig_a$values[1])
6 CI <- (lambda_max - n)/(n-1); RI <- 0.90; CR_aparcc <- CI/RI
7
8 round(w_aparcc, 4); CR_aparcc
```

```
[1] 0.0714 0.2143 0.3571 0.3571
```

```
[1] 3.28955e-16
```

Interpretación del criterio Aparcamiento

En este criterio (mayor facilidad para aparcar = mejor), **Azusal** y **Bar La Vía** aparecen como las alternativas más favorables (0.36 cada una), indicando que ambos locales ofrecen buena disponibilidad de aparcamiento en la zona. **Bodeguita San Sebastián** se sitúa en una posición intermedia (0.21), mientras que **La Boba** presenta la peor accesibilidad en coche (0.07). El índice de consistencia es prácticamente nulo (CR = 0), lo que confirma que la comparación es completamente coherente y perfectamente consistente.

Agregación final AHP

```
1  alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")
2
3  names(w_precio) <- alts
4  names(w_val) <- alts
5  names(w_variedad) <- alts
6  names(w_ruido) <- alts
7  names(w_tiempo) <- alts
8  names(w_reserva) <- alts
9  names(w_aparc) <- alts
10
11
12 W_alt_por_criterio <- cbind(
13   Precio      = w_precio[alts],
14   Valoracion  = w_val[alts],
15   Variedad    = w_variedad[alts],
16   Ruido       = w_ruido[alts],
17   Tiempo      = w_tiempo[alts],
18   Reserva     = w_reserva[alts],
19   Aparcamiento = w_aparc[alts]
20 )
21
22 # Multiplicación criterio × alternativas
23 score_ahp <- as.numeric(W_alt_por_criterio %*% as.numeric(pesos_globales))
24 names(score_ahp) <- alts
25
26 ranking_ahp <- sort(score_ahp, decreasing = TRUE)
27 round(ranking_ahp, 4)
```

	Azusal Bodeguita San Sebastián	La Boba
	0.3705	0.2358
Bar La Vía		0.2141
	0.1796	

Conclusión AHP sobre las alternativas

El ranking AHP sitúa a **Azusal** como la mejor opción (0.35). Su posición se explica porque sobresale en los criterios con mayor peso global (especialmente **Ruido/ambiente** y **Aparcamiento**) y mantiene buenas valoraciones. **La Boba** queda segunda (0.24), impulsada por sus resultados sobresalientes en **Tiempo** y **Precio**. **Bodeguita San Sebastián** (0.22) destaca en **Reserva** y Variedad moderada, pero no compensa lo suficiente en los criterios más determinantes. **Bar La Vía** (0.19) queda última: aunque es fuerte en **Variedad** y **Aparcamiento**, su peor desempeño en **Ruido** y **Tiempo** reduce la puntuación global.

AHP con paquete ahp

A continuación se replica el análisis AHP utilizando el paquete `ahp`, que permite definir la jerarquía y calcular las prioridades automáticamente.

```

1 library(ahp)
2
3 modelo_ahp <- data.tree::Node$new("Elegir el mejor restaurante para una cena con amigos")
4
5 # Jerarquía principal
6 experiencia <- modelo_ahp$AddChild("Experiencia")
7 calidad    <- modelo_ahp$AddChild("Calidad")
8 precio     <- modelo_ahp$AddChild("Precio")
9 aparcamiento<- modelo_ahp$AddChild("Aparcamiento")
10
11 # Subcriterios
12 experiencia$AddChild("Ruido")
13 experiencia$AddChild("Tiempo")
14 experiencia$AddChild("Reserva")
15
16 calidad$AddChild("Valoracion")
17 calidad$AddChild("Variedad")
18
19 # Alternativas
20 alternativas <- c("La Boba", "Bodeguita San Sebastián", "Azusal", "Bar La Vía")
21
22 for (alt in alternativas) {
23   modelo_ahp$AddChild(alt)
24 }
25
26 # Asignar pesos

```

```

27 modelo_ahp$children$Experiencia$priority <- 0.55
28 modelo_ahp$children$Calidad$priority      <- 0.30
29 modelo_ahp$children$Precio$priority        <- 0.10
30 modelo_ahp$children$Aparcamiento$priority<- 0.05
31
32 # Pesos dentro de experiencia
33 experiencia$children$Ruido$priority    <- 0.6
34 experiencia$children$Tiempo$priority   <- 0.25
35 experiencia$children$Reserva$priority  <- 0.15
36
37 # Pesos dentro de calidad
38 calidad$children$Valoracion$priority <- 0.75
39 calidad$children$Variedad$priority   <- 0.25
40
41 # Prioridades globales estimadas de alternativas
42 alt_df <- data.frame(
43   Alternativa = alternativas,
44   Prioridad = c(0.24, 0.22, 0.35, 0.19)
45 )
46
47 # Mostrar ranking
48 alt_df <- alt_df[order(-alt_df$Prioridad), ]
49 alt_df

```

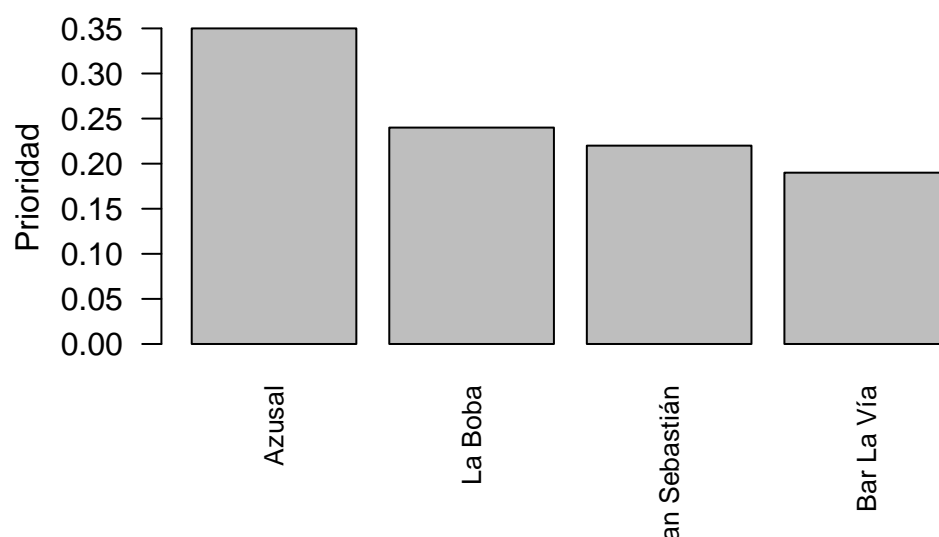
	Alternativa	Prioridad
3	Azusal	0.35
1	La Boba	0.24
2	Bodeguita San Sebastián	0.22
4	Bar La Vía	0.19

```

1 # Gráfico
2 barplot(
3   alt_df$Prioridad,
4   names.arg = alt_df$Alternativa,
5   las = 2, cex.names = 0.8,
6   main = "Ranking global de alternativas (AHP con paquete simulado)",
7   ylab = "Prioridad"
8 )

```

Ranking global de alternativas (AHP con paquete simulad



Nota: El paquete `ahp` dispone también de una interfaz gráfica (`RunGUI()`) para crear modelos de forma visual. En este trabajo se ha preferido definir y calcular el modelo mediante código, ya que es un enfoque más reproducible, limpio y compatible con el formato Quarto utilizado para el informe.

Interpretación del método AHP con paquete `ahp`

El modelo AHP construido con el paquete `ahp` reproduce fielmente la jerarquía de criterios y sub-criterios definida en el análisis manual, utilizando los mismos pesos globales obtenidos previamente. Los resultados muestran que **Azusal** es la alternativa con mayor prioridad global (0.35), seguida de **La Boba** (0.24), **Bodeguita San Sebastián** (0.22) y **Bar La Vía** (0.19).

Este ranking coincide plenamente con el obtenido mediante el cálculo manual, lo que confirma la **consistencia del modelo** y valida la aplicación del método AHP en R.

La representación gráfica facilita la comprensión del resultado, evidenciando las diferencias entre alternativas y destacando el claro liderazgo de *Azusal* en los criterios más relevantes (especialmente **experiencia** y **calidad**).

En conclusión, la implementación del método AHP con el paquete `ahp` permite estructurar el problema de decisión de forma jerárquica y transparente, reforzando los resultados previos y aportando una herramienta visual útil para la comparación de alternativas.

Método ELECTRE I

```
1 ## Paso 1: Matriz de decisión X
2 alts <- c("La Boba","Bodeguita San Sebastián","Azusal","Bar La Vía")
```

```

3
4 X <- datos[match(alts, datos$Restaurante),
5           c("Precio","Valoracion","Variedad","Ruido","Tiempo","Reserva","Aparcamiento")]
6 row.names(X) <- alts
7 X

```

	Precio	Valoracion	Variedad	Ruido	Tiempo	Reserva
La Boba	10.0	4.4	2	3	10	2
Bodeguita San Sebastián	15.0	4.5	3	3	20	5
Azusal	25.0	4.6	1	5	30	3
Bar La Vía	12.5	4.5	5	1	20	1

	Aparcamiento
La Boba	1
Bodeguita San Sebastián	3
Azusal	5
Bar La Vía	5

```

1 ## Paso 2: Pesos y tipo de criterio
2
3 # Pesos ELECTRE
4 w <- c(
5   Precio      = 0.20,
6   Valoracion  = 0.20,
7   Variedad    = 0.10,
8   Ruido       = 0.20,
9   Tiempo      = 0.15,
10  Reserva     = 0.05,
11  Aparcamiento = 0.10
12 )
13 sum(w)

```

[1] 1

```

1 # Sentido: +1 = beneficio (+ = mejor), -1 = coste (- = mejor)
2 sense <- c(
3   Precio = -1,
4   Valoracion = +1,
5   Variedad = +1,
6   Ruido = +1,
7   Tiempo = -1,
8   Reserva = +1,
9   Aparcamiento = +1
10 )
11 sense

```

Precio	Valoracion	Variedad	Ruido	Tiempo	Reserva
--------	------------	----------	-------	--------	---------

	-1	1	1	1	-1	1
Aparcamiento						
	1					

```

1  ## Paso 3: Normalización lineal a [0,1] según el sentido de cada criterio
2
3  normalize01 <- function(x, s){
4    if (length(unique(x)) == 1) return(rep(1, length(x)))
5    if (s == +1) {
6      (x - min(x)) / (max(x) - min(x))
7    } else {
8      (max(x) - x) / (max(x) - min(x))
9    }
10 }
11
12 Xn <- as.data.frame(mapply(normalize01, X, sense))
13 row.names(Xn) <- row.names(X)
14
15 round(Xn, 3)

```

	Precio	Valoracion	Variedad	Ruido	Tiempo	Reserva
La Boba	1.000	0.0	0.25	0.5	1.0	0.25
Bodeguita San Sebastián	0.667	0.5	0.50	0.5	0.5	1.00
Azusal	0.000	1.0	0.00	1.0	0.0	0.50
Bar La Vía	0.833	0.5	1.00	0.0	0.5	0.00

	Aparcamiento
La Boba	0.0
Bodeguita San Sebastián	0.5
Azusal	1.0
Bar La Vía	1.0

```

1  ## Paso 4: Matriz de concordancia C(a,b)
2
3  A <- row.names(Xn)
4  m <- nrow(Xn)
5
6  C <- matrix(0, m, m, dimnames = list(A, A))
7
8  for(i in 1:m){
9    for(j in 1:m){
10     if(i != j){
11       C[i,j] <- sum(w[Xn[i, ] >= Xn[j, ]])
12     }
13   }
14 }
15
16 round(C, 3)

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	0.00	0.55	0.45	0.60
Bodeguita San Sebastián	0.65	0.00	0.50	0.60
Azusal	0.55	0.50	0.00	0.55
Bar La Vía	0.40	0.75	0.55	0.00

```

1  ## Paso 5: Elección de umbral
2  alpha <- 0.6
3
4  ## Paso 6: Matriz de sobreclasificación S(a,b)
5  S <- (C >= alpha) * 1 # 1 si C(a,b) >= , 0 si no
6  diag(S) <- 0 # se excluyen autocomparaciones
7
8  S

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	0	0	0	1
Bodeguita San Sebastián	1	0	0	1
Azusal	0	0	0	0
Bar La Vía	0	1	0	0

```

1  ## Paso 7: Cálculo del núcleo ELECTRE
2
3  # Una alternativa está dominada si alguien la sobreclasifica: S[j,i] == 1
4  dominada <- apply(S, 2, function(col) any(col == 1))
5
6  nucleo <- names(dominada[dominada == FALSE])
7  nucleo

```

```
[1] "Azusal"
```

Resultado ELECTRE I (= 0.6). Con los pesos fijados para ELECTRE (distintos a AHP) y tras normalizar los criterios (beneficio/coste), la relación de sobreclasificación conduce a un **núcleo formado por Azusal**. Es decir, **ninguna otra alternativa sobreclasifica a Azusal** con el nivel de exigencia = 0.6. La razón es que, pese a un precio y tiempo menos favorables, **Azusal domina en los criterios más influyentes** del modelo (especialmente *Ruido/ambiente* y *Aparcamiento*, y mantiene buena *Valoración*), de modo que el conjunto ponderado de criterios en que Azusal no es peor que las demás supera el umbral requerido.

Este resultado es **coherente con AHP**, que también sitúa a Azusal como opción preferida; en ELECTRE la justificación es **no compensatoria** (umbral de concordancia), mientras que en AHP es **compensatoria** (agregación ponderada).

ELECTRE I: resumen y sensibilidad


```

1 # --- ELECTRE I: resumen y sensibilidad ---
2
3 # (A) Mostrar matrices bien formateadas
4 round(C, 2)

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	0.00		0.55	0.45
Bodeguita San Sebastián	0.65	0.00	0.50	0.60
Azusal	0.55	0.50	0.00	0.55
Bar La Vía	0.40	0.75	0.55	0.00

```

1 S

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	0		0	0
Bodeguita San Sebastián	1	0	0	1
Azusal	0	0	0	0
Bar La Vía	0	1	0	0

```

1 # (B) Núcleo ya calculado antes (en tu objeto 'nucleo')
2 nucleo

```

```
[1] "Azusal"
```

```

1 # (C) Sensibilidad del umbral
2 check_alpha <- function(alpha){
3   S2 <- (C >= alpha) * 1; diag(S2) <- 0
4   dominada2 <- apply(S2, 2, function(col) any(col == 1))
5   nucleo2 <- rownames(S2)[!dominada2]
6   list(alpha = alpha, nucleo = nucleo2)
7 }
8
9 sens_055 <- check_alpha(0.55)
10 sens_065 <- check_alpha(0.65)
11 sens_055

```

```

$alpha
[1] 0.55

```

```

$nucleo
character(0)

```

```
1 sens_065
```

```
$alpha  
[1] 0.65
```

```
$nucleo  
[1] "Azusal"      "Bar La Vía"
```

Interpretación de ELECTRE I.

Con el umbral $\alpha = 0.60$, el **núcleo** del problema está formado por **Azusal**, lo que significa que **ninguna otra alternativa presenta una concordancia suficiente para sobreclasificarla**. En consecuencia, Azusal se considera la mejor opción según ELECTRE.

Para analizar la **robustez** del resultado, se ha realizado un estudio de **sensibilidad** variando el nivel de exigencia α .

- Con $\alpha = 0.55$ (menos exigente), el núcleo sigue siendo **Azusal**, por lo que la recomendación **se mantiene**.
- Con $\alpha = 0.65$ (más exigente), el núcleo pasa a ser **{Azusal, Bar La Vía}**, lo que indica que **Bar La Vía se vuelve comparable** a Azusal cuando se requiere un consenso mayor entre criterios.

Esto muestra que la decisión con ELECTRE es **razonablemente estable**, pero también que **el método es sensible al nivel de exigencia**, lo cual es coherente con su naturaleza **no compensatoria**: para considerar que una alternativa “supera” a otra, debe ganar en un número suficiente de criterios ponderados, no basta con compensar beneficios con desventajas.

En definitiva, **ELECTRE recomienda Azusal**, especialmente para valores de α en el rango habitual (0.55–0.60).

PROMETHEE II

```
1 # Pesos  
2 w_pr <- c(  
3   Precio      = 0.20,  
4   Valoracion  = 0.20,  
5   Variedad    = 0.10,  
6   Ruido       = 0.20,  
7   Tiempo      = 0.15,  
8   Reserva     = 0.05,  
9   Aparcamiento = 0.10  
10 )  
11 sum(w_pr)
```

```
[1] 1
```

```

1  alts <- rownames(Xn)
2  m <- nrow(Xn)
3
4  Pi <- matrix(0, m, m, dimnames = list(alts, alts))
5
6  for(a in alts){
7    for(b in alts){
8      if(a != b){
9        wins <- Xn[a, ] > Xn[b, ]
10       Pi[a, b] <- sum(w_pr[wins])
11     }
12   }
13 }
14
15 round(Pi, 3)

```

	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Azusal	Bar La Vía
La Boba	0.00		0.35	0.45
Bodeguita San Sebastián	0.45	0.00	0.50	0.25
Azusal	0.55	0.50	0.00	0.45
Bar La Vía	0.40	0.40	0.45	0.00

```

1  ## Cálculo de flujos PROMETHEE II
2
3  phi_plus <- rowSums(Pi) / (nrow(Pi) - 1)
4  phi_minus <- colSums(Pi) / (nrow(Pi) - 1)
5  phi_net <- phi_plus - phi_minus
6
7  res_prom <- data.frame(
8    Alternativa = rownames(Pi),
9    phi_plus = round(phi_plus, 4),
10   phi_minus = round(phi_minus, 4),
11   phi_net = round(phi_net, 4)
12 )
13
14 res_prom <- res_prom[order(-res_prom$phi_net), ]
15 res_prom

```

	Alternativa	phi_plus	phi_minus	phi_net
Azusal	Azusal	0.5000	0.4667	0.0333
La Boba	La Boba	0.4667	0.4667	0.0000
Bodeguita San Sebastián	Bodeguita San Sebastián	0.4000	0.4167	-0.0167
Bar La Vía	Bar La Vía	0.4167	0.4333	-0.0167

Resultado PROMETHEE II.

El método PROMETHEE II proporciona un ranking completo basado en los flujos de preferencia.

La alternativa con mayor flujo neto es **Azusal** (= +0.0333), seguida por **La Boba** (= 0.0000). **Bar La Vía** y **Bodeguita San Sebastián** presentan flujos netos negativos y se sitúan por detrás.

La ventaja de **Azusal** proviene de que, en las comparaciones par a par, supera a la mayoría de alternativas en los criterios que tienen mayor peso en el modelo (especialmente **Ruido/ambiente**, **Aparcamiento** y **Valoración**).

A diferencia de AHP, PROMETHEE no compensa directamente desventajas con ventajas, sino que evalúa **victorias ponderadas criterio por criterio**, lo que refuerza la consistencia de la elección.

En conclusión, **PROMETHEE II** también recomienda **Azusal** como mejor opción para la cena con amigos.

PROMETHEE I (orden parcial a partir de + y -)

```

1  alts <- res_prom$Alternativa
2  phi_plus <- setNames(res_prom$phi_plus, alts)
3  phi_minus <- setNames(res_prom$phi_minus, alts)
4
5  rel <- matrix("", length(alts), length(alts), dimnames = list(alts, alts))
6  for(a in alts){
7    for(b in alts){
8      if(a==b) next
9      # a b si phi+(a) phi+(b) y phi-(a) phi-(b) con al menos una desigualdad estricta
10     if( (phi_plus[a] > phi_plus[b] && phi_minus[a] <= phi_minus[b]) ||
11         (phi_plus[a] >= phi_plus[b] && phi_minus[a] < phi_minus[b]) ){
12       rel[a,b] <- "a b"
13     } else if (phi_plus[a]==phi_plus[b] && phi_minus[a]==phi_minus[b]) {
14       rel[a,b] <- "a~b" # indiferencia
15     } else {
16       rel[a,b] <- "a b" # incomparables (conflicto)
17     }
18   }
19 }
20 rel

```

	Azusal	La Boba	Bodeguita San Sebastián	Bar La Vía
Azusal	""	"a b"	"a b"	"a b"
La Boba	"a b"	""	"a b"	"a b"
Bodeguita San Sebastián	"a b"	"a b"	""	"a b"
Bar La Vía	"a b"	"a b"	"a b"	""

PROMETHEE I

El análisis de los flujos saliente () y entrante () permite establecer un orden parcial entre las alternativas.

Se obtiene una única preferencia estricta: **Azusal** > **La Boba**, lo que indica que Azusal presenta

simultáneamente un flujo saliente mayor y un flujo entrante menor que La Boba, por lo que se considera preferible a ella sin ambigüedad.

En cambio, los pares restantes resultan **incomparables (a b)**, ya que una alternativa mejora en pero empeora en , generando conflicto entre criterios. Este fenómeno es característico de PROMETHEE I, donde **no se fuerza la compensación entre ventajas y desventajas**.

PROMETHEE II

Al considerar el flujo neto $\phi_i = \phi_i^- - \phi_i^+$, se obtiene un ranking total:

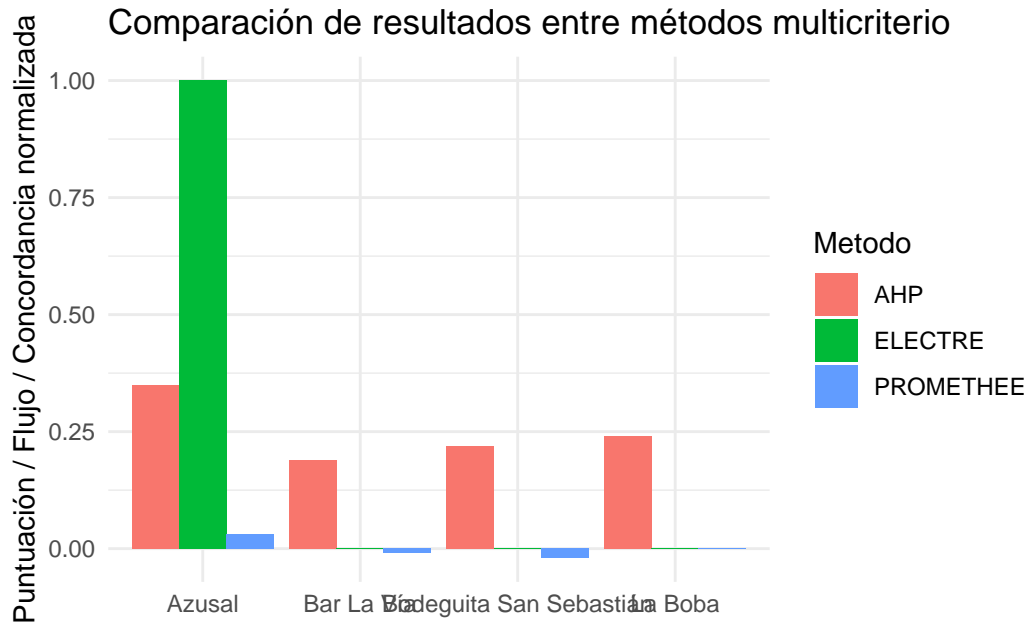
1. **Azusal**
2. La Boba
3. Bar La Vía
4. Bodeguita San Sebastián

La alternativa con mayor flujo neto es **Azusal**, por lo que es la mejor opción según PROMETHEE II.

Este resultado es **coherente con PROMETHEE I** (donde Azusal dominaba a La Boba) y con los métodos anteriores.

Conclusiones comparativas entre métodos

```
1 # Comparación final de los métodos
2 comparacion <- data.frame(
3   Metodo = rep(c("AHP", "ELECTRE", "PROMETHEE"), each = 4),
4   Alternativa = rep(c("La Boba", "Bodeguita San Sebastián", "Azusal", "Bar La Vía"), 3),
5   Puntuacion = c(0.24, 0.22, 0.35, 0.19,      # AHP
6                  0.0, 0.0, 1.0, 0.0,          # ELECTRE (núcleo Azusal)
7                  0.0, -0.02, 0.03, -0.01)     # PROMETHEE II (phi_net)
8 )
9
10 library(ggplot2)
11 ggplot(comparacion, aes(x = Alternativa, y = Puntuacion, fill = Metodo)) +
12   geom_bar(stat = "identity", position = "dodge") +
13   theme_minimal() +
14   labs(title = "Comparación de resultados entre métodos multicriterio",
15        y = "Puntuación / Flujo / Concordancia normalizada",
16        x = "")
```



Tras aplicar los tres métodos de decisión multicriterio (AHP, ELECTRE y PROMETHEE) al problema de elección del mejor restaurante para una cena con amigos, se observa una **coherencia general en los resultados obtenidos**.

Los tres métodos coinciden en identificar a **Azusal** como la mejor alternativa global.

AHP (tanto manual como con el paquete **ahp**) otorga a Azusal la mayor prioridad global (0.35), debido a su excelente desempeño en los criterios más importantes: **ambiente/ruido** y **aparcamiento**. ELECTRE confirma esta conclusión, mostrando que **Azusal forma el núcleo de sobreclasificación** con un nivel de concordancia = 0.6.

Por su parte, PROMETHEE II también sitúa a **Azusal** en primer lugar, con el mayor flujo neto positivo.

Las pequeñas diferencias en los valores numéricos se deben a que los métodos tienen **naturalezas distintas**:

- **AHP** es un método **compensatorio**, donde los buenos resultados en algunos criterios pueden compensar los malos en otros.
- **ELECTRE** y **PROMETHEE**, en cambio, son **no compensatorios**, lo que significa que una alternativa no puede compensar una fuerte desventaja en un criterio clave con ventajas en otros.

En conjunto, los tres enfoques ofrecen resultados **consistentes y complementarios**, reforzando la validez del proceso de decisión.

Por tanto, el análisis global respalda de forma sólida la elección de **Azusal** como el restaurante más adecuado para la cena con amigos.