



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Técnicas multicriterio para la gestión sostenible de la cadena de suministro

Tesis doctoral presentada por:
Iván Felipe Barrera Jiménez

Dirigida por:
Dra. Concepción Maroto Álvarez
Dra. Marina Segura Maroto

Doctorado en Estadística y Optimización
Dpto. de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad
Universitat Politècnica de València

**I IBERIAN CONFERENCE ON MCDM/MCDA
University of Coimbra, May 2025**

Contenido



Introducción



Selección
sostenible de
proveedores



Clasificación ordenada
para segmentación de
proveedores



DSS para
segmentación
ordenada de
clientes



Clasificación no
ordenada de
clientes



'PrometheeTools'
paquete R
(CRAN)

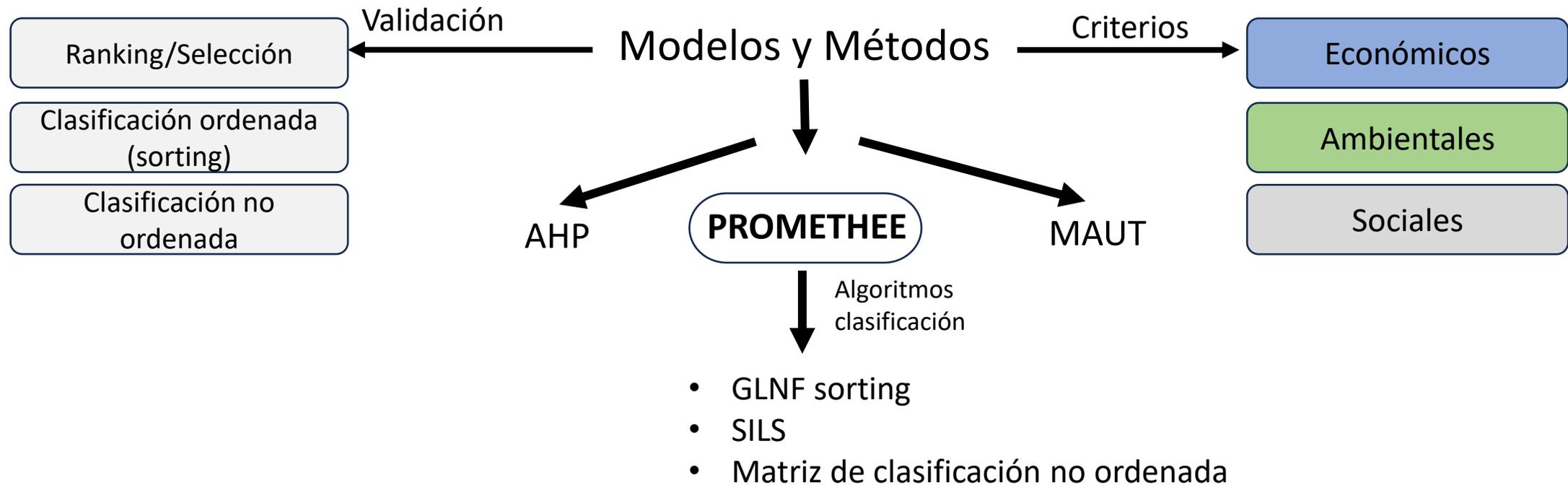


Discusión y conclusiones

I. Introducción

Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones en la Cadenas de Suministro

Contribuir a la gestión sostenible de la cadena de suministro



II. Selección sostenible de proveedores tecnológicos en el sector bancario



Objetivos

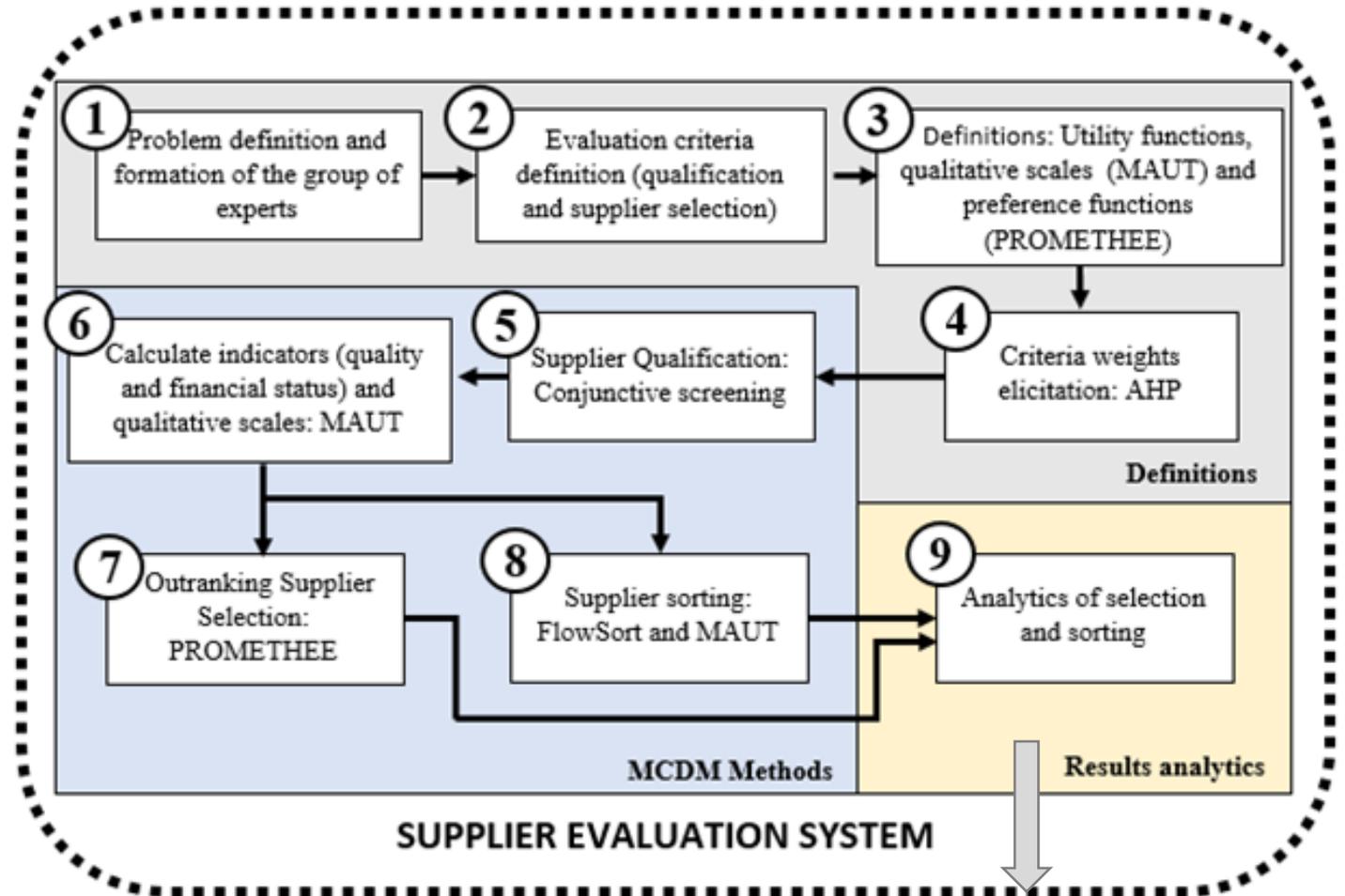
1. Desarrollar un modelo para evaluar proveedores de tecnología, promoviendo la contratación sostenible y reduciendo riesgos operativos en el sector bancario
6. Validar el modelo con datos reales y con un modelo alternativo.



Metodología del modelo propuesto

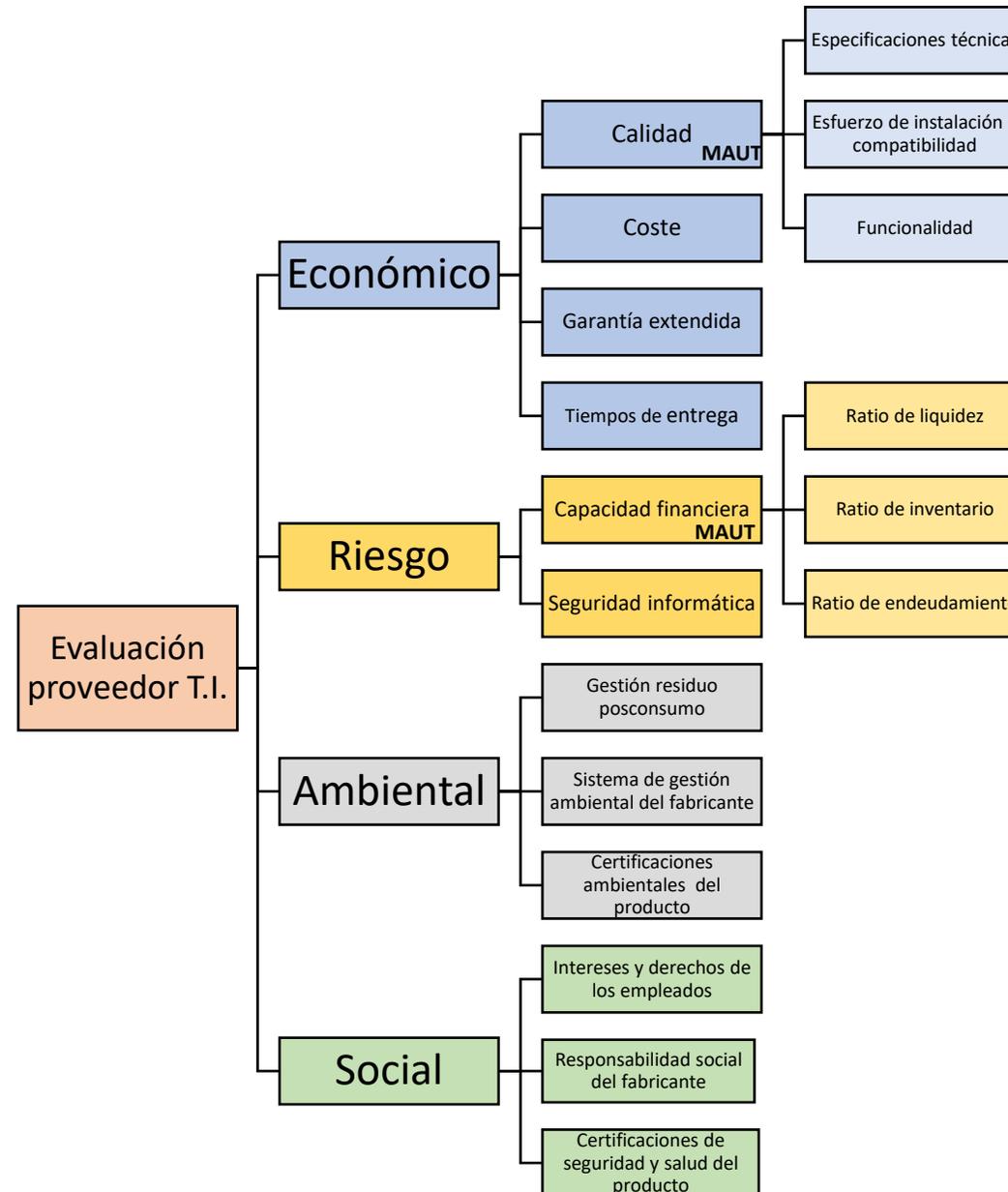
Modelo híbrido compuesto por:

- AHP (pesos criterios)
- MAUT (indicadores calidad y financiero)
- PROMETHEE (ranking y sorting)



Se compara con modelo alternativo (MAUT).

Criterios de evaluación: calificables

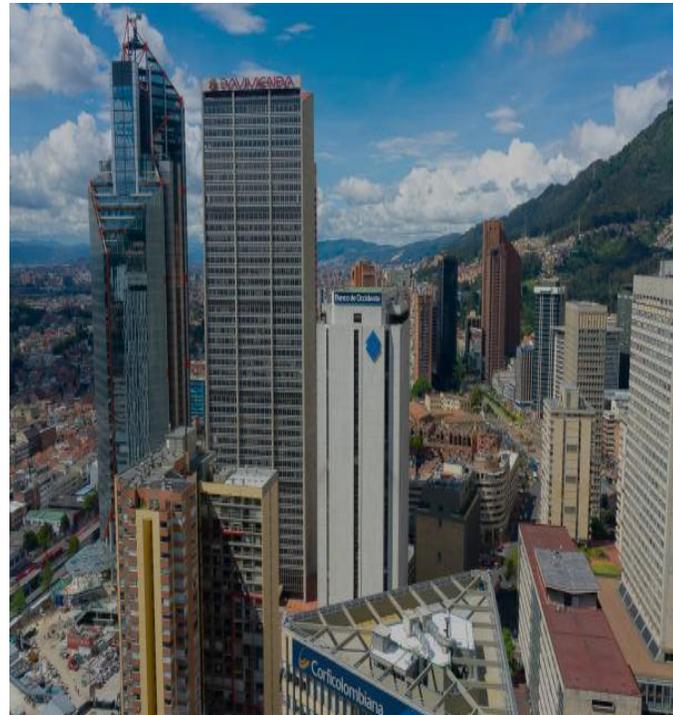


Validación del modelo con datos reales



¿Quiénes son?

- Una de las empresas financieras colombianas con mayores beneficios.
- Trayectoria de 58 años.
- Más de 7.000 empleados y una red de 175 oficinas.



Problema de decisión

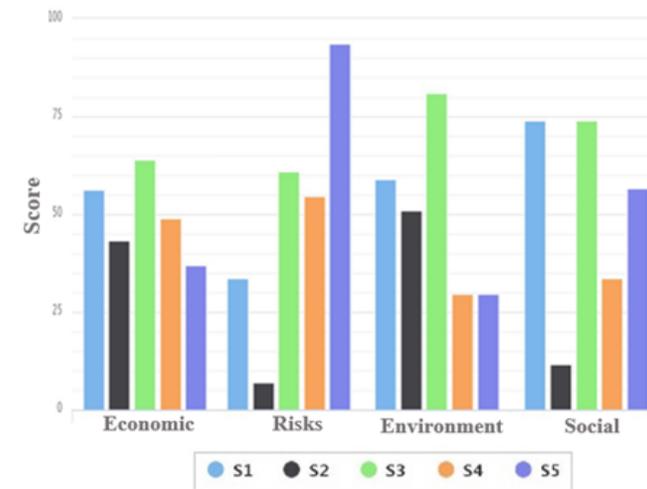
Selección y clasificación entre cinco proveedores para contratar el suministro de lectores código de barras.

Resultados: ranking y selección

Ranking **Proveedor (flujo neto escala 0 a 100)**

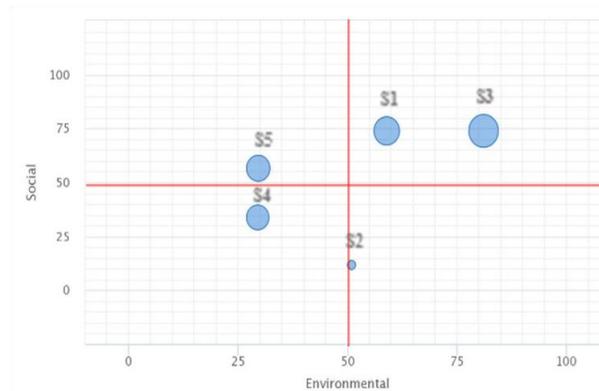
- 1 Proveedor 3 (65.93)
- 2 Proveedor 1 (53.47)
- 3 Proveedor 5 (50.00)
- 4 Proveedor 4 (46.90)
- 5 Proveedor 2 (33.68)

Modelo propuesto (PROMETHEE)

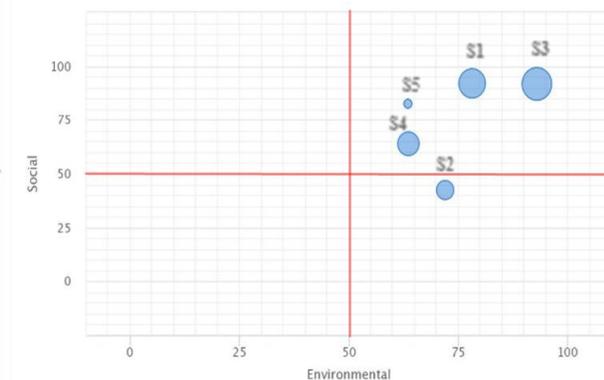


Perfiles de proveedores por criterios

Modelo propuesto (PROMETHEE)



Modelo alternativo (MAUT)



Análisis de segmentación dimensiones Ambiental vs. Social

III. Método multicriterio de clasificación ordenada basado en búsqueda global y local para segmentar proveedores



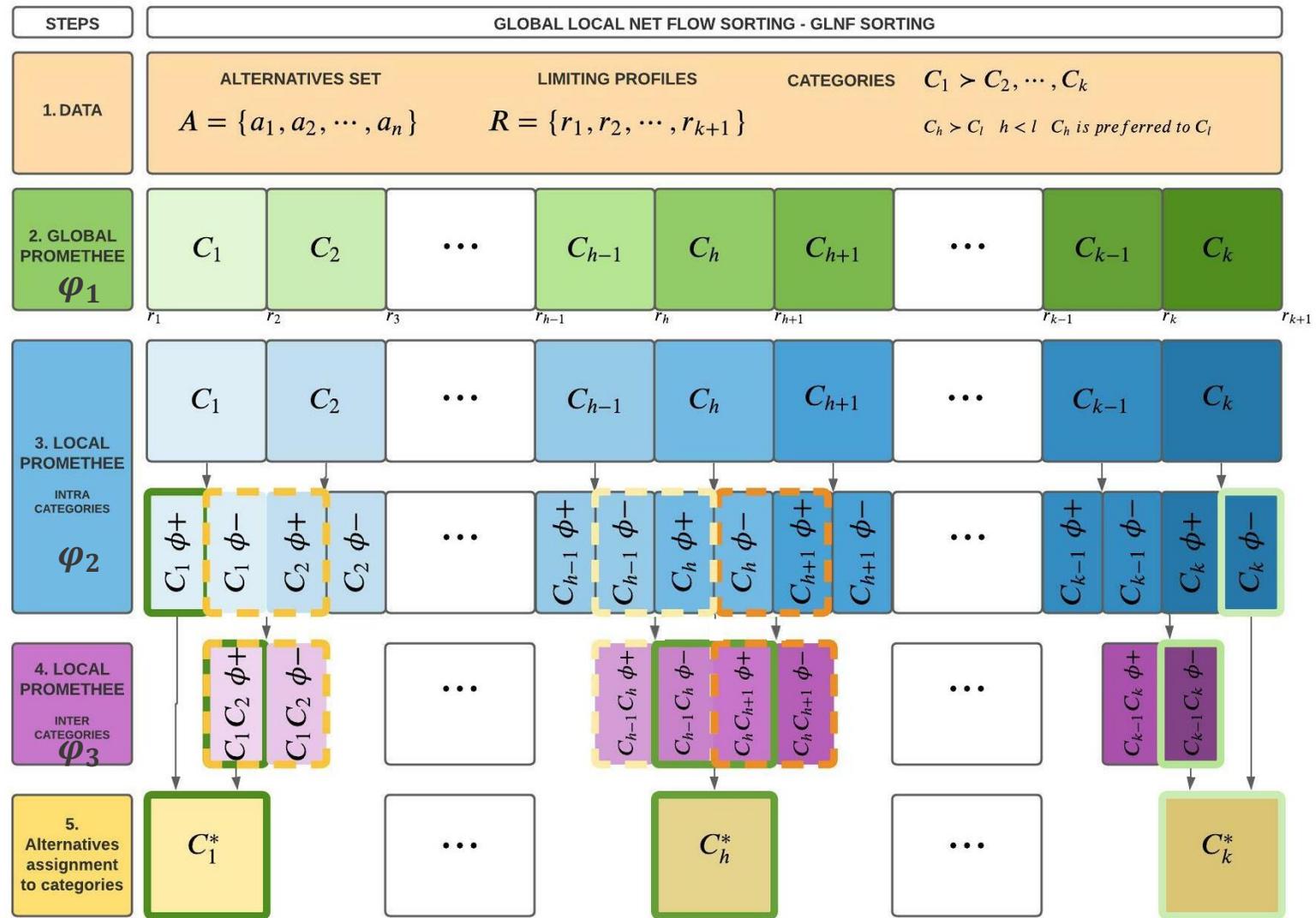
Objetivos

2. Desarrollar un método de clasificación completa de proveedores en categorías ordenadas, que mejore la discriminación entre categorías.
3. Desarrollar un indicador que mida la calidad de las asignaciones en categorías ordenadas.
6. Validar el método con datos reales y con un método alternativo (PROMSORT).



Global Local Net Flow Sorting (GLNF sorting)

- ✓ Clasificaciones completas en grupos ordenados.
- ✓ Poder discriminatorio de los flujos netos de PROMETHEE.
- ✓ Preferencias de los decisores.
- ✓ Mejora de las clasificaciones mediante búsqueda global y local.



φ_1 = flujo neto búsqueda global φ_2 = flujo neto búsqueda local 1 φ_3 = flujo neto búsqueda local 2

SILhouette for Sorting (SILS)

$$SILS(i) = \frac{l(i) - u(i)}{\max(l(i), u(i))} - \frac{h(i) - u(i)}{\max(h(i), u(i))}$$

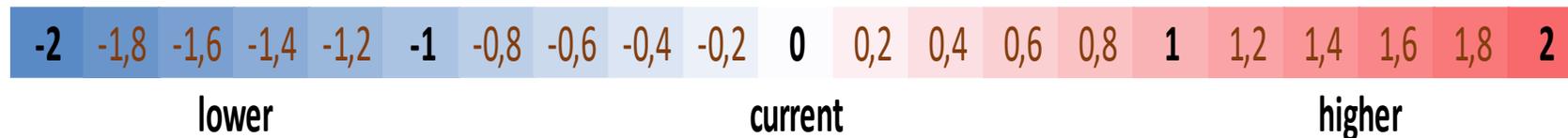
Fórmula para calcular SILS

- ✓ Medir la calidad de las asignaciones de alternativas en K grupos ordenados.
- ✓ Basado en las medidas de disimilitud utilizando flujos netos.
- ✓ Resultados visualmente interpretables.
- ✓ Interpretación por alternativa y por grupo.

Reasignar grupo inferior
 $l(i) \ll u(i) \ll h(i)$

Mantener grupo actual
 $l(i) \gg u(i) \ll h(i)$

Reasignar grupo superior
 $l(i) \gg u(i) \gg h(i)$



Escala gráfica para valores de SILS

Validación y comparación de resultados: Caso empírico

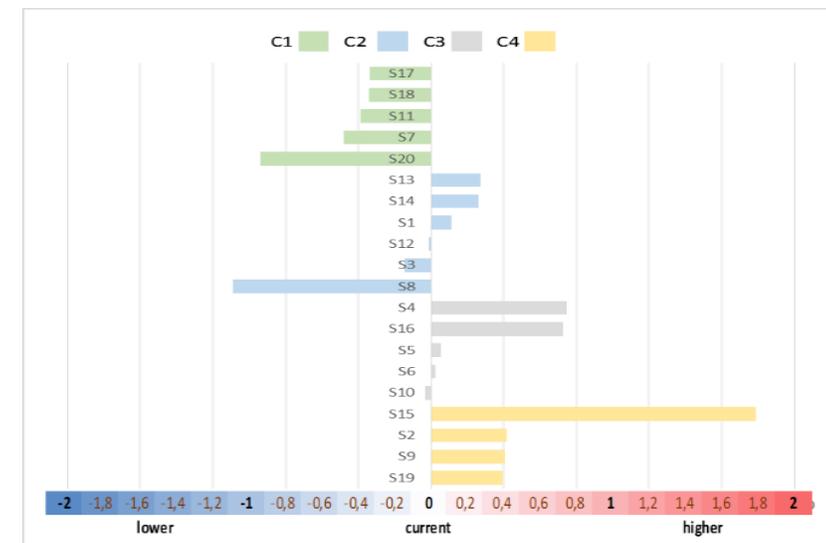
Caso empírico de segmentación proveedores de una multinacional manufacturera (Segura & Maroto, 2017).

| Grupo | GLNF sorting | PROMSORT |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| C_1 | {S7, S11, S17, S18, S20 } | Sin asignaciones |
| C_2 | {S1, S3, S8, S12, S13, S14} | {S1, S3, S4, S12, S13, S14, S16, S20} |
| C_3 | {S4, S5, S6, S10, S16, } | {S5, S6, S8, S10, S15} |
| C_4 | {S2, S9, S15, S19} | {S2, S9, S19} |
| No clasificados | | {S7, S11, S17, S18 } |

Resultado clasificaciones para ambos métodos

| Medición | GLNF sorting | PROMSORT |
|----------|--------------|-------------|
| Índice | 3.22 | 2.37 |

Índice de calidad de Rosenfeld y De Smet (2020)



Valores de SILS para la clasificación de GLNF sorting

IV. Sistema de apoyo a la toma de decisiones multicriterio para la segmentación de clientes en grupos ordenados

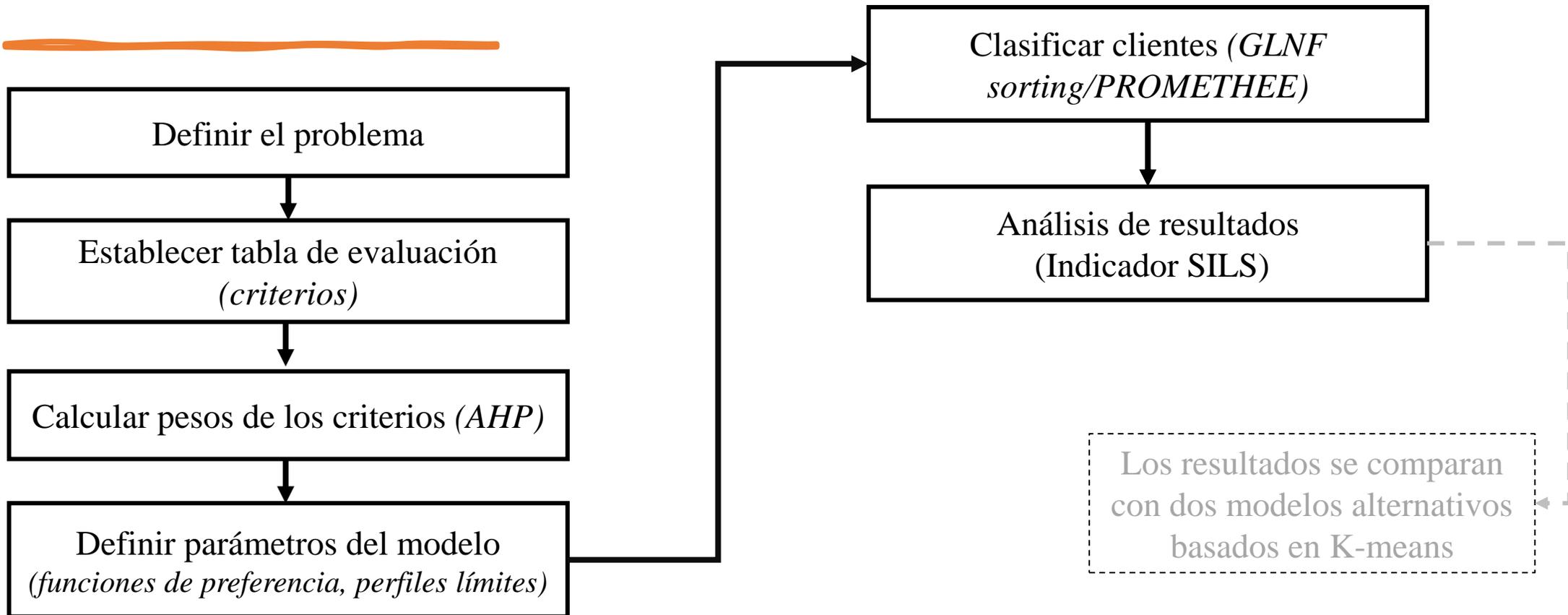


Objetivos

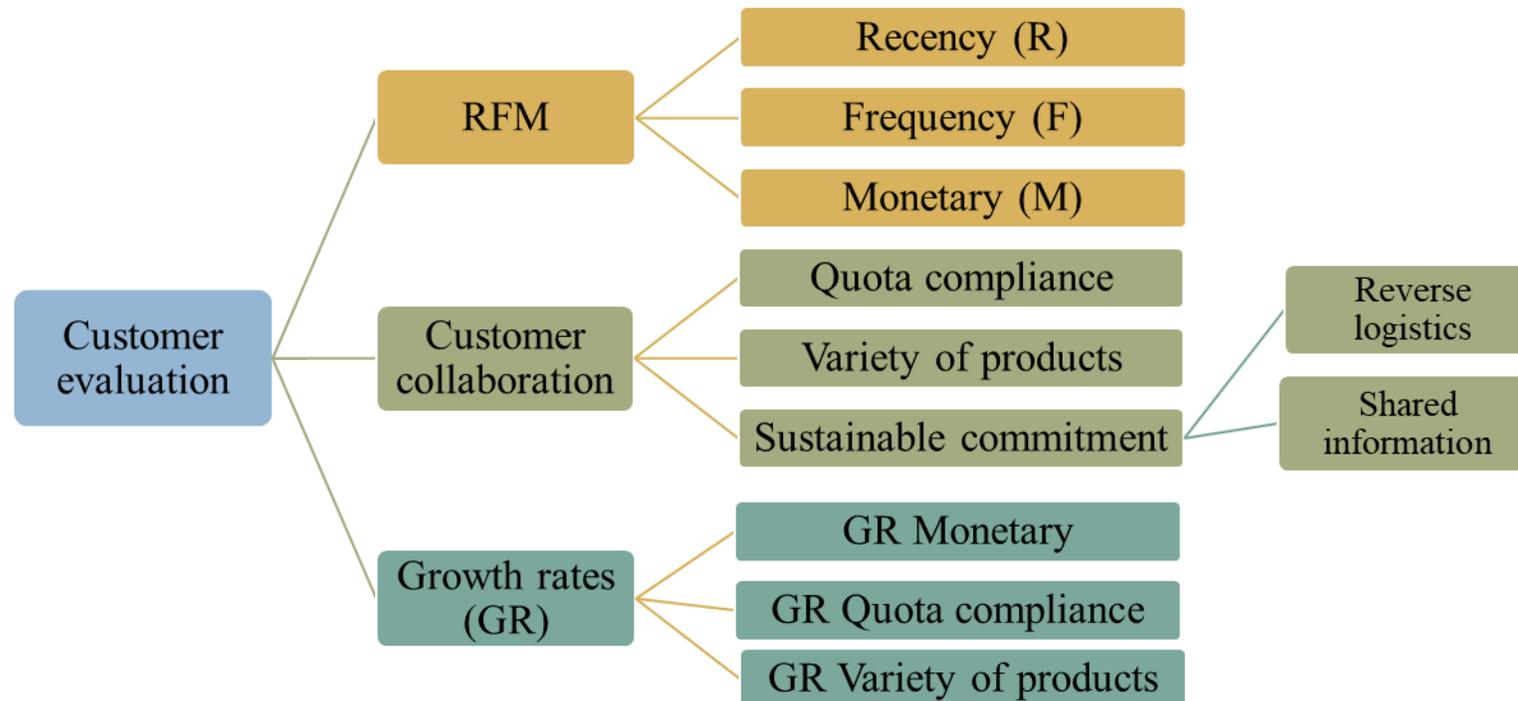
4. Diseñar un sistema de segmentación ordenada de clientes, basado en las preferencias de la empresa, el desempeño transaccional del cliente y la colaboración sostenible.
6. Validar el modelo con datos reales, el indicador SILS y compararlo con un modelo alternativo (K-means).



Modelo de segmentación de clientes en grupos ordenados



Crterios de evaluaci3n



Validación del modelo con datos reales



¿Quiénes son?

Multinacional con sede en Colombia que fabrica productos de consumo envasados, productos farmacéuticos y dispositivos médicos.



Problema de decisión

Segmentar 8,157 clientes en cuatro grupos ordenados, según las preferencias de la empresa.

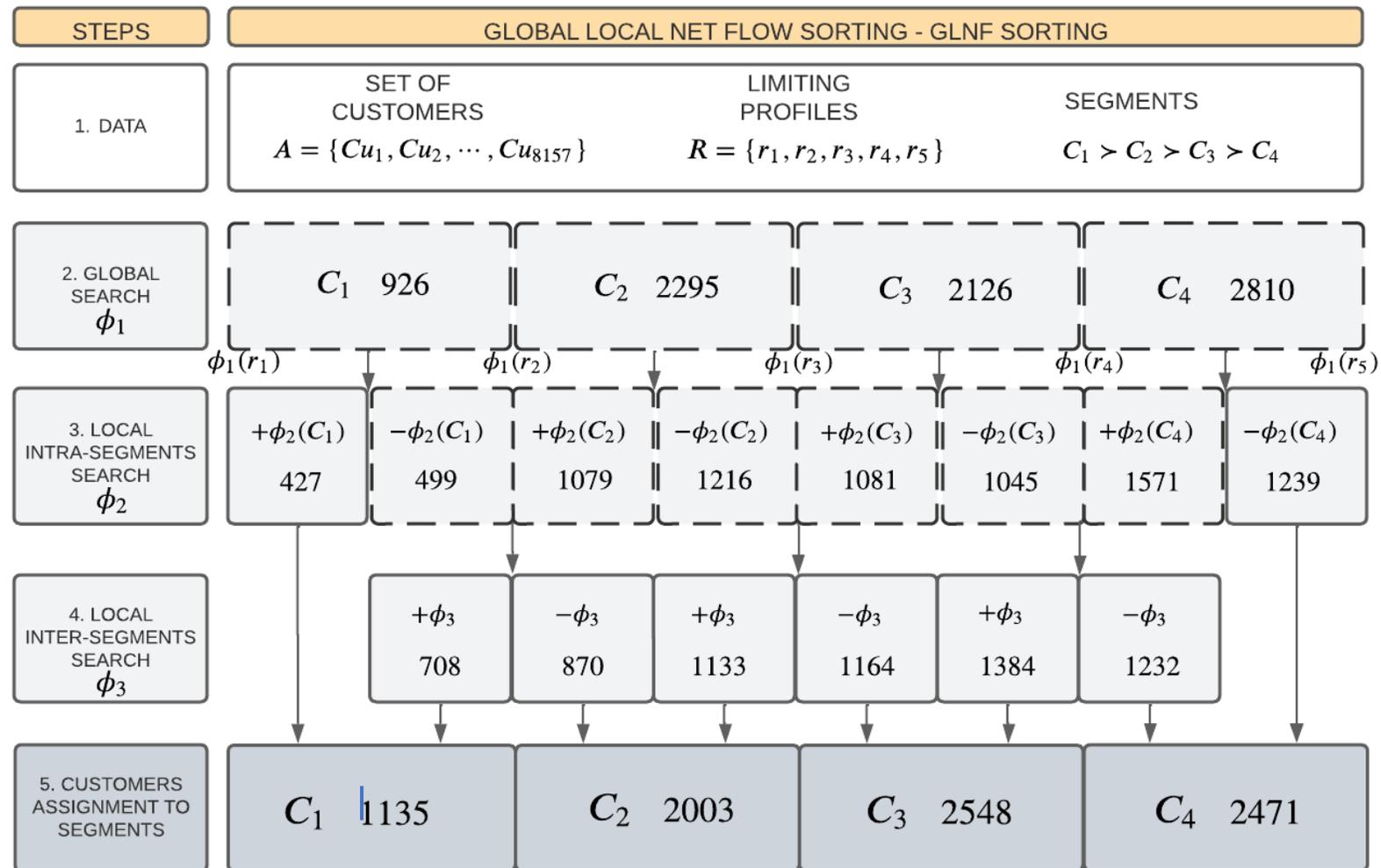
Resultados

C1: 1,135 Clientes estratégicos con máxima preferencia.

C2: 2,003 Clientes preferidos con potencial de mejora.

C3: 2,548 Clientes indiferentes en términos de preferencia.

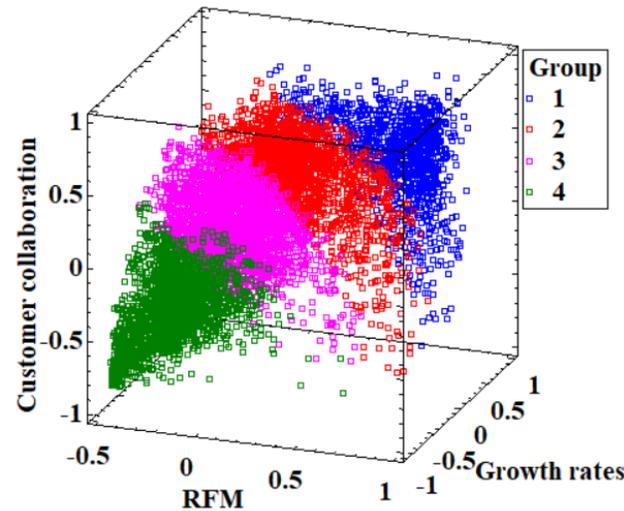
C4: 2,471 clientes menos preferidos con baja vinculación con la empresa.



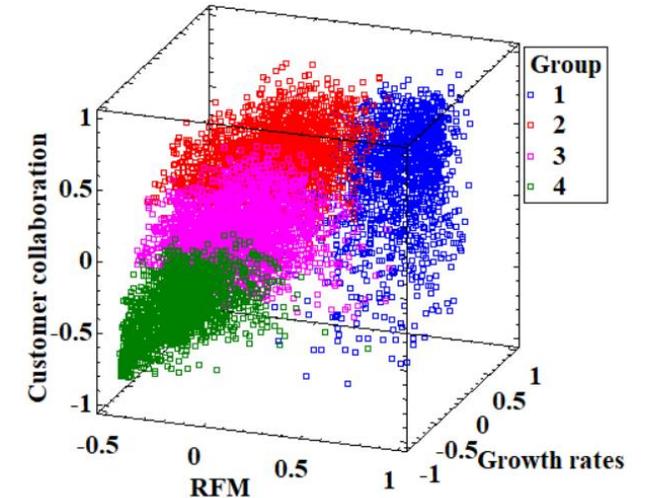
Resultados: dispersión de flujos netos de clientes por dimensión de criterios

Comparación resultados del modelo propuesto con dos modelos alternativos:

- Modelo propuesto: pesos de los criterios (AHP) y GLNF sorting.
- Modelo alternativo: pesos de los criterios (AHP) y K-means aplicado a la matriz de flujos netos con definición de centroides.



Modelo 1 Propuesto



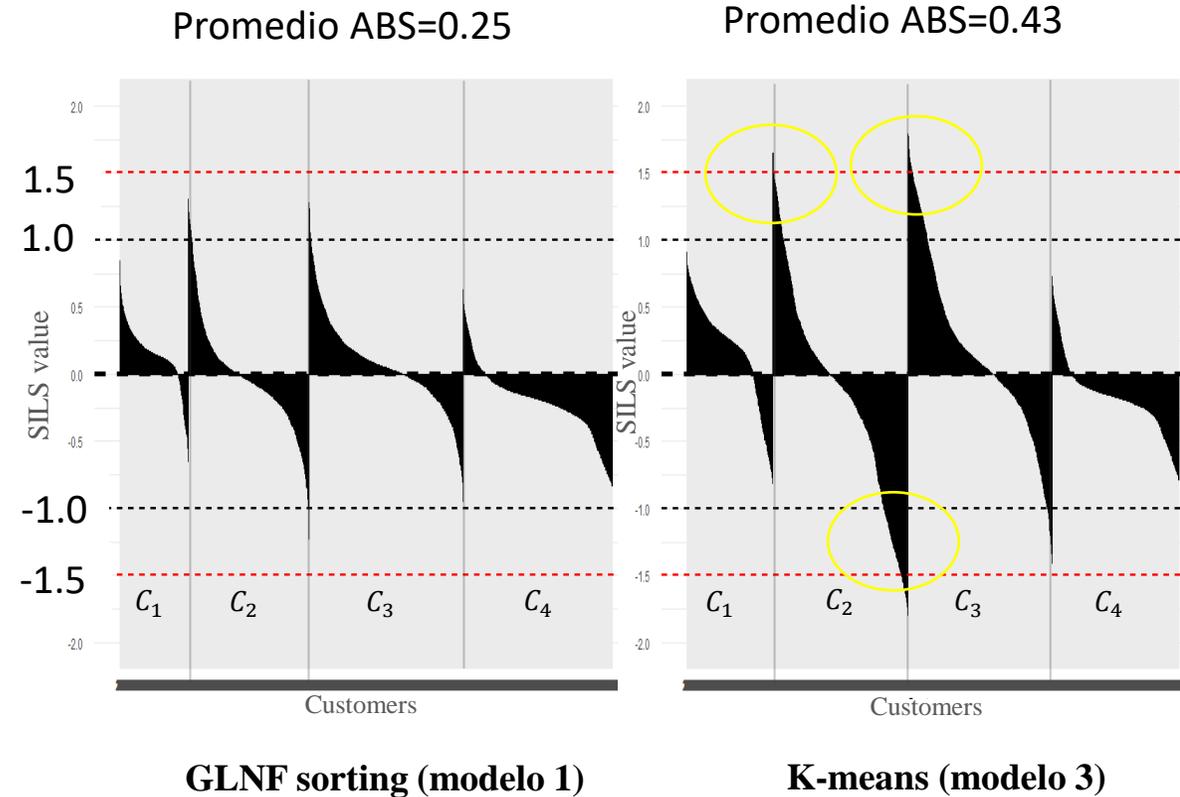
Modelo alternativo

Diferencias del 22%

Resultados: valores de Silhouette for sorting (SILS)

Se aplica SILS a 8,157 clientes y se fijan dos límites de control.

| | Outside [-1, 1] | Outside [-1.5, 1.5] |
|--------------|--------------------|------------------------|
| GLNF sorting | 94 | 0 |
| K-means | 974 | 192 |



V. Método de clasificación no ordenada de clientes



Article

A Multicriteria Customer Classification Method in Supply Chain Management

Felipe Barrera ¹, Marina Segura ^{2,*} and Concepción Maroto ³

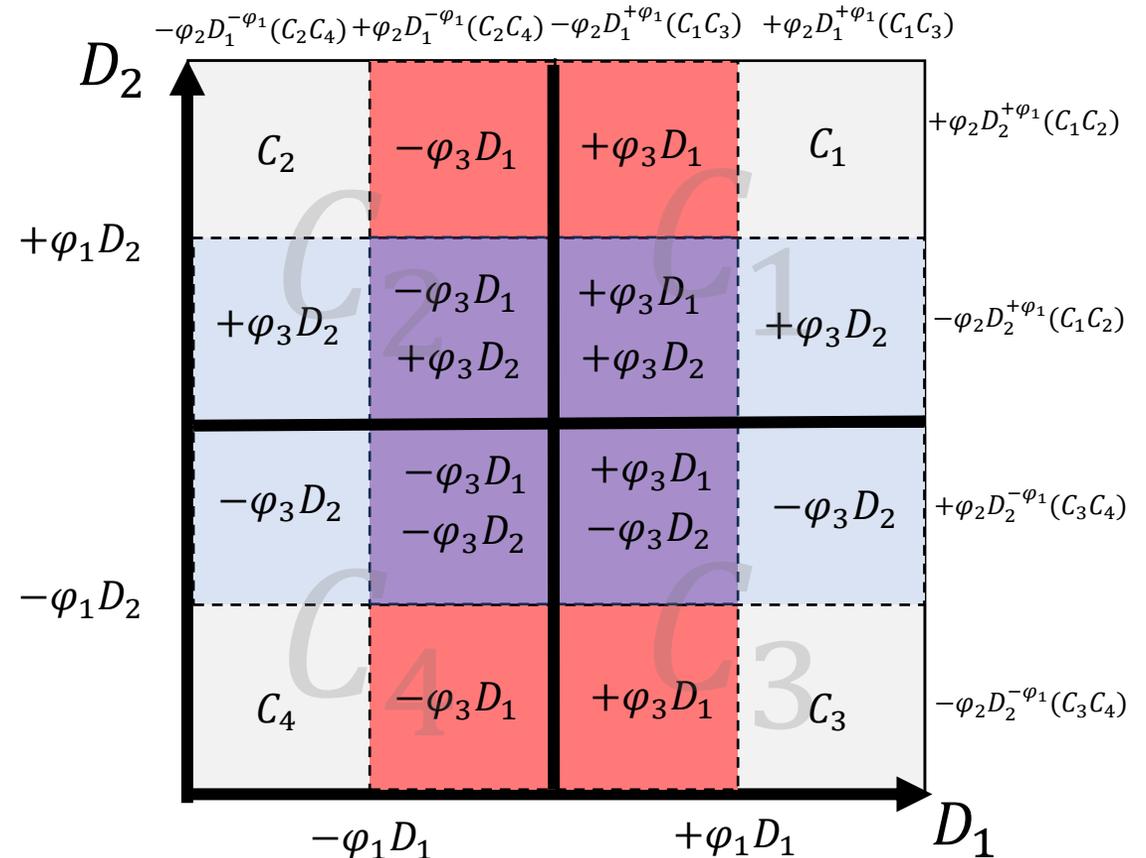
Objetivos

5. Diseñar un método robusto para clasificar clientes en grupos no ordenados.
6. Validar el método con datos reales y con un método alternativo.



Metodología: Nominal GLNF classification

- ✓ Flujo neto PROMETHEE
- ✓ Búsqueda global y local
- ✓ Clasificaciones no ordenadas.
- ✓ Basado dos dimensiones MCDM críticas.



Segunda búsqueda local y clasificación final

φ_1 = flujo neto búsqueda global φ_2 = flujo neto búsqueda local 1
 φ_3 = flujo neto búsqueda local 2

Resultados validación con datos reales

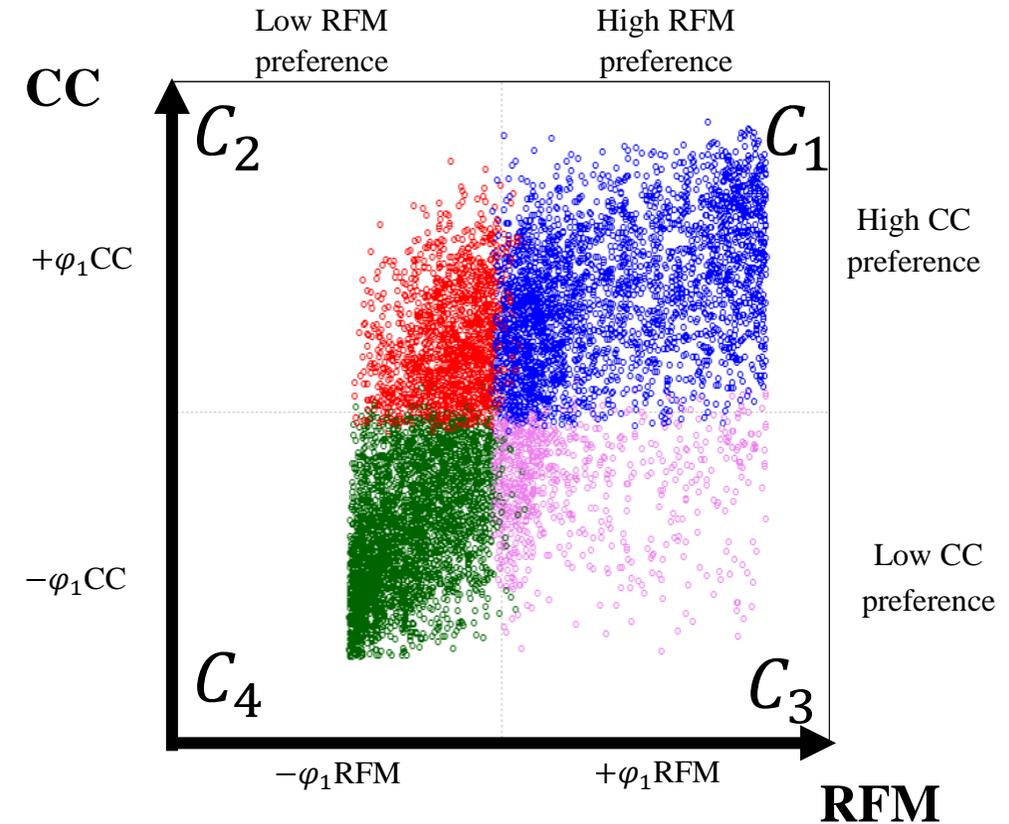
Se valida el método con las dimensiones de RFM y Customer Collaboration para 8.157 clientes

C1: 2,746 clientes estratégicos.

C2: 1,478 clientes colaboradores.

C3: 796 clientes transaccionales.

C4: 3,137 clientes menos preferidos.



Clasificación final de 8,157 clientes en las dimensiones de RFM y CC

VI. Desarrollo de 'PrometheeTools': un paquete en lenguaje R en el repositorio CRAN

Barrera, F., Segura, M., & Maroto, C. (2023). PrometheeTools: PROMETHEE and GLNF for Ranking and Sorting Problems (Version 0.1.0) [R package]. Comprehensive R Archive Network (CRAN). <https://CRAN.R-project.org/package=PrometheeTools>

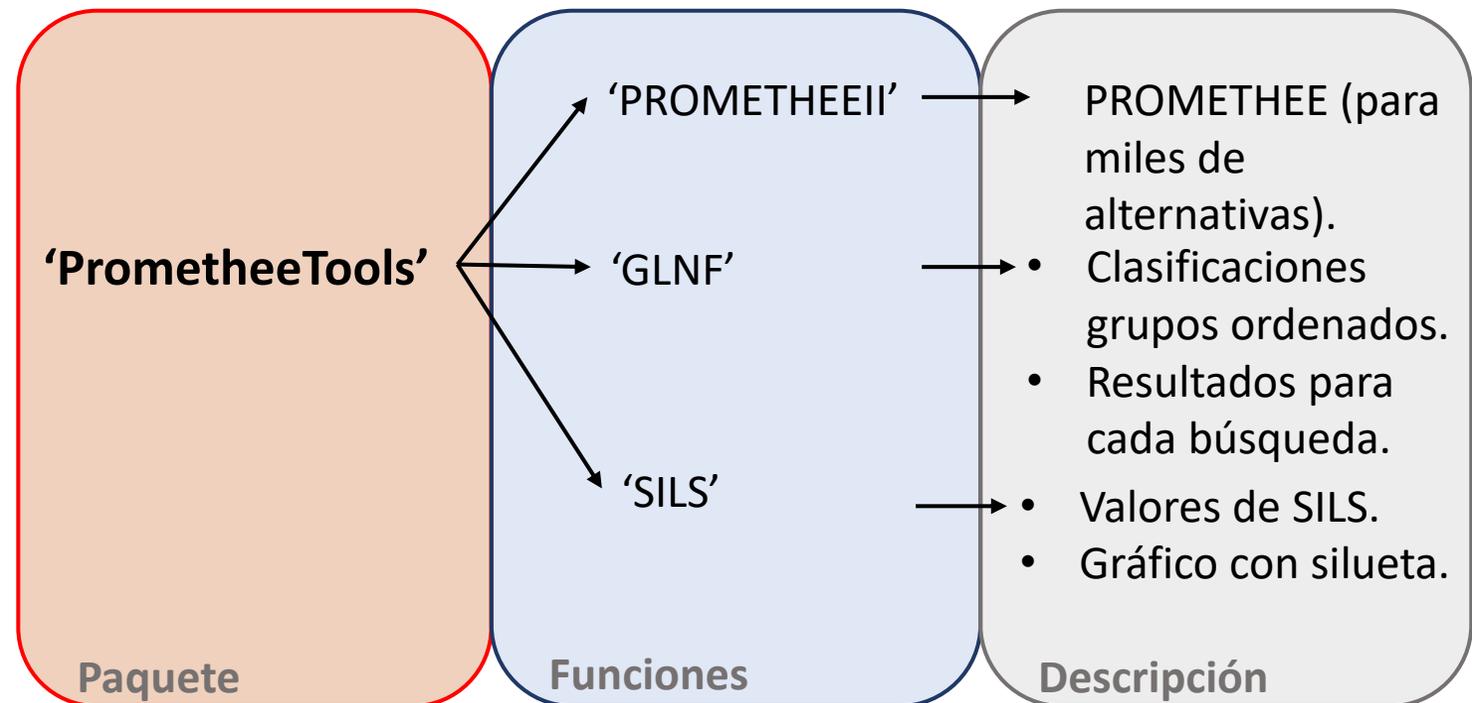
Objetivo

7. Desarrollar un paquete de código para automatizar el cálculo y permitir el acceso abierto a los métodos propuestos en esta investigación.



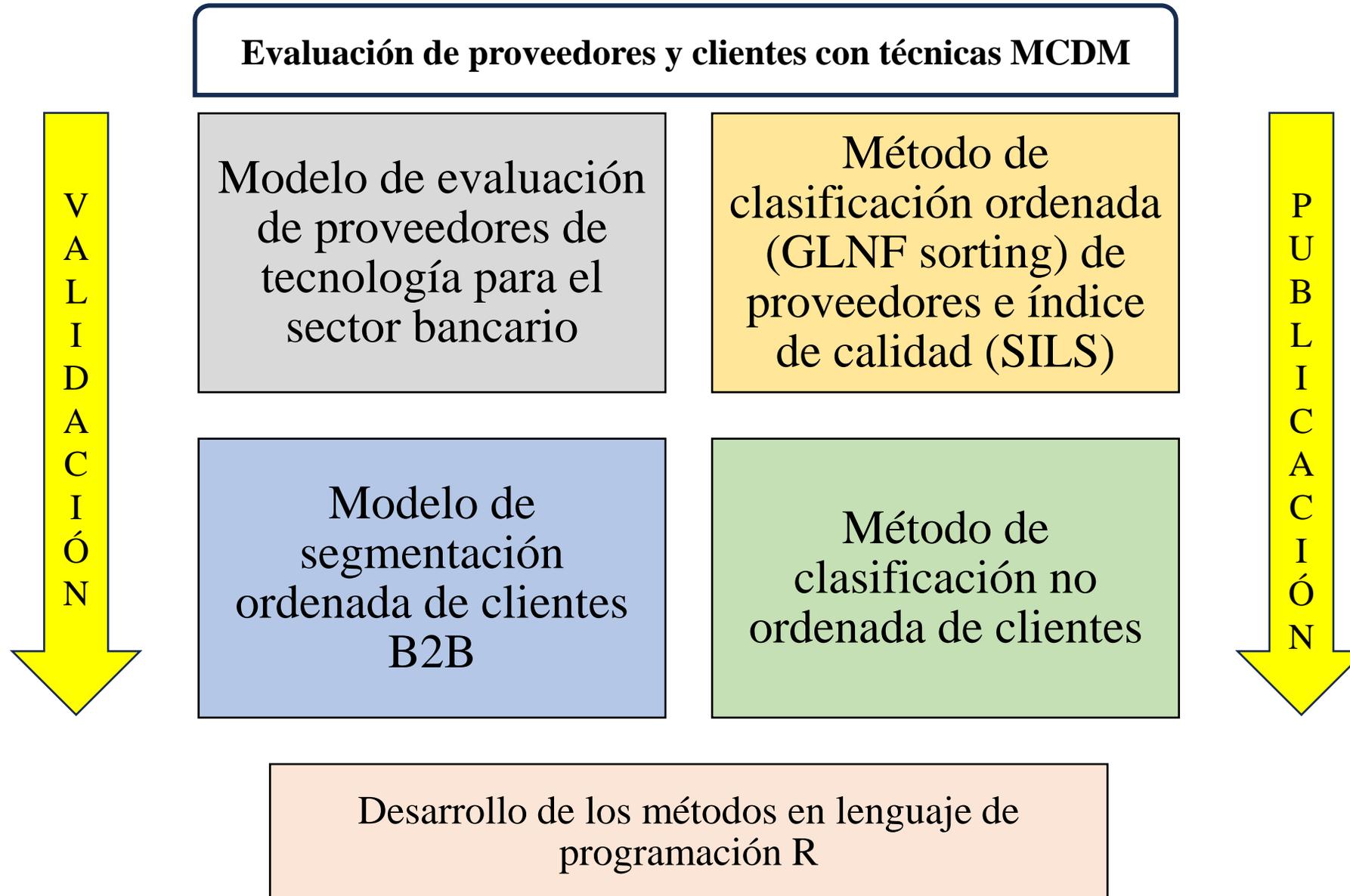
Paquete 'PrometheeTools'

Paquete desarrollado en lenguaje de programación de R y publicado en el repositorio de CRAN.



VII. Discusión y conclusiones





CÁTEDRA
ANALYTICS
FOR EDUCATION



santalucía
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
SEGUROS

Líneas actuales de investigación

Aplicación de los métodos de la tesis en el ámbito educativo:

- Evaluación del profesorado. SET (Student Evaluation of Teaching)
- Procesos de admisión de estudiantes.
- Evaluación de estudiantes de grados híbridos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Técnicas multicriterio para la gestión sostenible de la cadena de suministro

Tesis doctoral presentada por:
Iván Felipe Barrera Jiménez

Dirigida por:
Dra. Concepción Maroto Álvarez
Dra. Marina Segura Maroto

Doctorado en Estadística y Optimización
Dpto. de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad
Universitat Politècnica de València

**I IBERIAN CONFERENCE ON MCDM/MCDA
University of Coimbra, May 2025**