

## **SSD-AAPP**

Sistema de Soporte a la decisión de las  
Administraciones Públicas: su cultura, guías  
de uso y buenas prácticas

Metodología matemática multicriterio discreta

---

## ÍNDICE

---

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1.	OBJETIVO	3
1.1.1.	Audiencia	3
<b>2.</b>	<b>MÉTODOS DE CÁLCULO UTILIZADOS POR EL SSD-AAPP</b>	<b>4</b>
2.1.	NORMALIZACIÓN POR FRACCIÓN DEL IDEAL	4
2.2.	ORDENACIÓN POR PONDERACIÓN LINEAL	7

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Este apartado proporciona una visión general del objetivo del documento y la audiencia a la que va dirigido.

### 1.1. OBJETIVO

El propósito de este documento es describir la metodología matemática que utiliza el Sistema de Soporte a la Decisión de las Administraciones Públicas para calcular los resultados del proceso de decisión.

#### 1.1.1. Audiencia

Este documento está dirigido a aquellos usuarios interesados en conocer brevemente los fundamentos matemáticos en los cuales se basa la aplicación para decidir cuál es la mejor alternativa en un proceso de decisión.

## 2. MÉTODOS DE CÁLCULO UTILIZADOS POR EL SSD-AAPP

---

El proceso de decisión utilizado por el Sistema de Soporte a la Decisión de las Administraciones Públicas para obtener la mejor solución de todas las posibles que se presentan en un problema, se caracteriza por el uso de métodos de cálculo, basados en la teoría de la decisión multicriterio discreta, que le permiten obtener, partiendo de las puntuaciones de las distintas alternativas según los diferentes criterios definidos y los pesos de éstos, la ordenación final de dichas alternativas existentes en el problema.

De entre las técnicas empleadas en la aplicación de la teoría de la decisión multicriterio discreta, se han seleccionado para la herramienta SSD-AAPP las siguientes<sup>1</sup>:

- **Normalización de puntuaciones por fracción del ideal**
- **Ordenación de alternativas por ponderación lineal**

En los apartados que se encuentran a continuación se describe cada uno de ellos.

### 2.1. NORMALIZACIÓN POR FRACCIÓN DEL IDEAL

El proceso de normalización permite establecer comparaciones y/o cálculos entre las evaluaciones cardinales de las alternativas respecto a los diversos criterios, evitando no sólo los conflictos ocasionados por la utilización de diversas unidades de medida para una misma magnitud sino también los originados por el tratamiento conjunto de magnitudes diversas. En realidad, uniformiza todas las escalas a una escala  $[0,1]$  única.

El procedimiento óptimo de normalización de puntuaciones, es aquél que proporciona unas puntuaciones normalizadas que presentan las siguientes propiedades:

- No verse afectadas por la introducción y/o eliminación de alternativas.
- Mantener una proporcionalidad de la misma magnitud que las puntuaciones sin normalizar.

El SSD-AAPP utiliza el **método de normalización por fracción del ideal**. Este procedimiento se caracteriza por la intervención de dos conceptos, los denominados umbrales de saciedad, que están asociados a cada uno de los criterios.

---

<sup>1</sup> La herramienta SSD-AAPP (anteriormente SSD-CIABSI), en sus primeras versiones, se ha desarrollado con el asesoramiento científico del Dr. Sergio Barba-Romero, catedrático de la Universidad de Alcalá de Henares, y se ha mejorado en su aplicación con el análisis contenido en el Informe sobre el tratamiento de los umbrales elaborado por D<sup>a</sup> Rosario Romera, profesora titular en el Departamento de Estadística y Econometría de la Universidad Carlos III.

Éstos serán calculados de forma automática por la aplicación, aunque el usuario podrá modificar aquellos que el sistema le permita en cada momento. Se puede establecer lo siguiente acerca de estos conceptos:

- El **umbral de saciedad máximo calculado** en los criterios a maximizar será el valor máximo de las puntuaciones introducidas. De la misma manera, el umbral de saciedad mínimo calculado en los criterios a minimizar será el mínimo de estas puntuaciones. Los umbrales calculados no evitan, obviamente, influencias por inclusión o eliminación de alternativas, por lo que el sistema permite su modificación.
- El **umbral de saciedad mínimo calculado** en los criterios a maximizar es siempre 0 y el umbral de saciedad calculado en los criterios a minimizar es siempre infinito. La modificación de estos umbrales hace perder la proporcionalidad entre las puntuaciones asignadas y las puntuaciones normalizadas. En consecuencia, el sistema no lo permite.

Los umbrales de saciedad serán recalculados siempre que se modifiquen puntuaciones o alternativas (inserción, borrado, activación, desactivación), previamente a la normalización de puntuaciones por Fracción del ideal.

Si alguno de ellos se ha introducido manualmente, prevalecerá el introducido por el usuario.

La notación utilizada en la explicación del método es la siguiente:

**$a_{ij}$**  : Puntuación original, sin normalizar, de la alternativa  $A_j$  para el criterio  $C_i$ .  $a_{ij} \geq 0$ .

**$u_{ij}$** : Puntuación normalizada, de la alternativa  $A_j$  para el criterio  $C_i$ .

**$Max_i$**  : Denota el sentido del criterio. 1 si es a maximizar y -1 si es a minimizar

**$a_i$** : Umbral inferior de saciedad o umbral de saciedad mínimo de la escala de medida del criterio  $C_i$ .

**$b_i$** : Umbral superior de saciedad o umbral de saciedad máximo de la escala de medida del criterio  $C_i$ .

**$a^*i$  y  $b^*i$**  : Son los inversos de  $a_i$  y  $b_i$  respectivamente (esta notación se utiliza en los cálculos de los criterios a minimizar)

Teniendo en cuenta la notación anterior y en función de los datos de los criterios y las puntuaciones, los umbrales se calculan del siguiente modo:

- Si el criterio es a maximizar
  - $a_i = 0$
  - $b_i = \text{máximo en } j \text{ de } a_{ij}$
  - La puntuación normalizada será:
    - $u_{ij} = 0$  si  $a_{ij} \leq a_i$
    - $u_{ij} = (a_{ij} - a_i) / (b_i - a_i)$  si  $a_i \leq a_{ij} < b_i$
    - $u_{ij} = 1$  si  $a_{ij} \geq b_i$
- Si el criterio es a minimizar
  - $a_i = \text{mínimo en } j \text{ de } a_{ij}$
  - $b_i = \text{infinito}$

En criterios a minimizar, el sistema transforma los valores, tanto de las puntuaciones como los umbrales, en su inverso, tras lo cual pueden ser tratados como criterios a maximizar. La transformación que es transparente para el usuario, se realiza de la siguiente forma:

- $a^*_{ij} = 1/a_{ij}$
- $a^*_i = 1/a_i$
- $b^*_i = 1/b_i$

Por lo que la puntuación normalizada para criterios a minimizar es la siguiente:

- $u_{ij} = 0$  si  $a^*_{ij} \leq a^*_i$
- $u_{ij} = (a^*_{ij} - a^*_i) / (b^*_i - a^*_i)$  si  $a^*_i \leq a^*_{ij} < b^*_i$
- $u_{ij} = 1$  si  $a^*_{ij} \geq b^*_i$

## 2.2. ORDENACIÓN POR PONDERACIÓN LINEAL

Una vez que se han calculado las puntuaciones normalizadas mediante el método anterior, el Sistema de Soporte a la Decisión de las Administraciones Públicas utiliza un método de ordenación que, partiendo de las puntuaciones normalizadas de cada alternativa, obtiene una puntuación final o global de cada una de ellas que permite ordenarlas de mejor a peor.

El procedimiento de cálculo es muy sencillo: para cada alternativa se multiplica su puntuación normalizada según cada criterio por el peso de dicho criterio, y la suma de todas estas cantidades es el valor, en escala  $[0,1]$  de la puntuación global de esa alternativa.

Puesto que el usuario está acostumbrado a trabajar con magnitudes  $[0,100]$ , las puntuaciones finales son trasladadas a esta escala, pudiendo el usuario indicar si dicha traslación se realiza normalizando la mejor alternativa a 100 o no.

Las puntuaciones finales de cada una de las alternativas, se ordenarán de mayor a menor, obteniéndose por asociación la ordenación de las alternativas correspondientes.