MODELOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PESOS DE LOS FACTORES EN UN SISTEMA DE VALORACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO

Corominas, A.[1]; Coves, A.-M.[1]; Lusa, A.[1]; Martínez, C.[2]; Ortega, M.A.[1]

[1] IOC - DOE - ETSEIB; Universidad Politécnica de Catalunya
[2] DOE - ETSEIB; Universidad Politécnica de Cataluña

1. INTRODUCCIÓN

La valoración de puestos de trabajo es un problema tradicional en el campo de la organización industrial para el que se utilizan procedimientos muy numerosos y diversos. Entre ellos, los más satisfactorios son los de puntuación de factores, en los cuales se atribuye a cada puesto una puntuación para cada uno de los factores o criterios considerados y dichas puntuaciones se agregan para obtener una puntuación global que se identifica con el valor del puesto; mediante una correspondencia entre valores y magnitudes monetarias se establece la retribución o una parte de la retribución asociada al puesto.

Para la agregación, el procedimiento más habitual es el de ponderación: se atribuye un peso a cada factor y el valor se calcula como la suma de productos de los pesos por las puntuaciones respectivas.

$$valor = \sum_{j=1}^{n} w_j * f_j$$

n : *número de factores.*

f_j : *puntuación del puesto en el factor* j.

w_j : *peso atribuído al factor* j.

Aunque la importancia de los pesos en los resultados es obvia, las indicaciones sobre cómo fijar sus valores son relativamente vagas. Básicamente hay dos líneas de actuación:

1. con un comité, siguiendo un procedimiento más o menos formalizado para alcanzar un consenso. Se supone que los pesos reflejan entonces los valores de la organización;

2. con un procedimiento de ajuste, tal como la regresión, de modo que los valores resultantes para un conjunto de puestos clave sean lo más parecidos posible a unos valores dados (por ejemplo, proporcionales a las retribuciones vigentes en el mercado de trabajo para puestos idénticos o asimilados a dichos puestos clave. Aplicar un procedimiento de este tipo no garantiza ni que los pesos se parezcan a los valores reales de la organización ni que sean no negativos.

En el curso de un proyecto de investigación sobre la valoración de puestos de trabajo y la discriminación salarial de la mujer se planteó la cuestión de cómo calcular los pesos para conseguir la igualdad de valor de los elementos de una o más parejas de puestos de trabajo considerados equivalentes (por ejemplo, porque así lo hubiera establecido una sentencia judicial). Si el número de parejas de puestos equivalentes es pequeño existen generalmente infinitos vectores de pesos para los que se cumple la igualdad de valor pero parece lógico elegir, entre ellos, un vector que sea lo más parecido posible al anteriormente adoptado por la organización correspondiente (aquel que refleja los valores de dicha organización).

2. MODELOS PARA IGUALAR EL VALOR DE LOS ELEMENTOS DE UNA O MÁS PAREJAS

Datos de partida:

n *: número de factores.*

p *: número de parejas de puestos de igual valor.*

ω_j^0 *: valores iniciales de los pesos* $(j = 1,\dots,n)$.

f_{jk}^1 , f_{jk}^2 *: puntuaciones del primer y segundo elemento, respectivamente, de la pareja* k *en el factor* j $(j = 1,\dots,n\ ;\ k = 1,\dots, p)$.

Cuando el objetivo es igualar el valor de los puestos clave a valores especificados, basta con igualar todas las puntuaciones del segundo elemento de la pareja (puesto ficticio) al valor especificado.

2.1. Ajuste perfecto

Cuando el ajuste perfecto es posible (número de parejas no muy elevado) y existe más de una solución, podemos encontrar los valores de los pesos mediante modelos lineales o cuadráticos (y por extensión, a cualquier potencia), que minimizan una función (ξ) de la discrepancia entre el nuevo vector de pesos y el anterior.

2.2. Mejor ajuste posible

Cuando el número de puestos clave es tan elevado que el ajuste perfecto no es posible, podemos hallar un vector de pesos que minimice una función (ξ) de la discrepancia entre los valores de los elementos de cada pareja. De nuevo, plantearemos modelos lineales y cuadráticos.

2.3. Compromiso entre el ajuste perfecto y la discrepancia entre los nuevos pesos y los anteriores

Al hallar los pesos que garanticen el mejor ajuste posible, podemos encontrarnos con vetores de pesos muy diferentes de los anteriormente utilizados. Podemos, entonces, hallar una solución de compromiso que minimice una función (ξ), lineal o cuadrática, que tenga en cuenta la discrepancia entre los valores de los elementos de cada pareja y la discrepancia entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

Función a minimizar (ξ)		Ajuste perfecto	Mejor ajuste posible	Solución de compromiso
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$		IVIS-1		
Δ (discrepancia máxima)		IVIS-2		
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$		IVIS-3		
Δ (discrepancia máxima)	$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$	IVIS-4		
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$	Δ (discrepancia máxima)	IVIS-5		
$\sum_{k=1}^{p}\left[\sum_{j=1}^{n}\omega_j\left(f_{jk}^1 - f_{jk}^2\right)\right]^2$			IVIS-6	
S (discrepancia máxima)			IVIS-7	
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$			IVIS-8	
S (discrepancia máxima)	$\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$		IVIS-9	
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$	S (discrepancia máxima)		IVIS-10	
$\lambda \cdot \sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2 + (1-\lambda)\cdot\sum_{k=1}^{p}\left[\sum_{j=1}^{n}\omega_j\left(f_{jk}^1 - f_{jk}^2\right)\right]^2$				IVIS-11
$\lambda \cdot \sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-) + (1-\lambda)\cdot\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$				IVIS-12

Ajuste perfecto:

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1}\cdot\omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2}\cdot\omega_j \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

$$\Delta \geq \delta_j^+ + \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

Ajuste no perfecto:

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1}\cdot\omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2}\cdot\omega_j + s_k^+ - s_k^- \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$S \geq s_k^+ + s_k^- \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

3. ANEXO 1 - MODELOS PARA IGUALAR EL VALOR DE LOS ELEMENTOS DE UNA O MÁS PAREJAS

3.1. Ajuste perfecto

3.1.1. IVIS-1

Modelo que minimiza la suma cuadrática de discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z = \sum_{j=1}^{n} (\omega_j - \omega_j^0)^2$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^1 \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^2 \cdot \omega_j \qquad k = 1, \ldots\ldots, p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1, \ldots\ldots, n$$

3.1.2. IVIS-2

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z = \Delta$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^1 \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^2 \cdot \omega_j \qquad k = 1, \ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1, \ldots\ldots, n$$

$$\Delta \geq \delta_j^+ + \delta_j^- \qquad j = 1, \ldots\ldots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1, \ldots\ldots, n$$

3.1.3. IVIS-3

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z = \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^1 \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^2 \cdot \omega_j \qquad k = 1, \ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1, \ldots\ldots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1, \ldots\ldots, n$$

3.1.4. IVIS-4

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_1 = \Delta$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2} \cdot \omega_j \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\Delta \geq \delta_j^+ + \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

Conocida la discrepancia máxima mínima Z_1*, modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_2 = \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2} \cdot \omega_j \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\delta_j^+ + \delta_j^- \leq Z_1^* \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

3.1.5. IVIS-5

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_1 = \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2} \cdot \omega_j \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

Conocida la suma mínima de discrepancias, Z_1*, modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_2 = \Delta$$

$$\sum_{j=1}^{n} f^{1}_{jk} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f^{2}_{jk} \cdot \omega_j \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega^{0}_j + \delta^{+}_j - \delta^{-}_j \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\Delta \geq \delta^{+}_j + \delta^{-}_j \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} (\delta^{+}_j + \delta^{-}_j) \leq Z^{*}_1$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

3.2. Mejor ajuste posible

3.2.1. IVIS-6

Modelo que minimiza la suma cuadrática de discrepancias entre los valores de los elementos de las parejas.

$$[MIN]\, Z = \sum_{k=1}^{p} \left[\sum_{j=1}^{n} \omega_j \cdot \left(f^{1}_{jk} - f^{2}_{jk} \right) \right]^2$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

3.2.2. IVIS-7

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los valores de los elementos de las parejas.

$$[MIN]\, Z = S$$

$$\sum_{j=1}^{n} f^{1}_{jk} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f^{2}_{jk} \cdot \omega_j + s^{+}_k - s^{-}_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$S \geq s^{+}_k + s^{-}_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

3.2.3. IVIS-8

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los valores de los elementos de las parejas.

$$[MIN]\, Z = \sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f^1_{jk} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f^2_{jk} \cdot \omega_j \;+\; s_k^+ - s_k^- \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

3.2.4. IVIS-9

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los valores de los elementos de las parejas.

$$[MIN]\, Z_1 = S$$

$$\sum_{j=1}^{n} f^1_{jk} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f^2_{jk} \cdot \omega_j + s_k^+ - s_k^- \qquad k = 1,.....,p$$

$$S \geq s_k^+ + s_k^- \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

Conocida la discrepancia máxima mínima Z_1*, modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los valores de los elementos de las parejas.

$$[MIN]\, Z_2 = \sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f^1_{jk} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f^2_{jk} \cdot \omega_j \;+\; s_k^+ - s_k^- \qquad k = 1,.....,p$$

$$s_k^+ + s_k^- \leq Z_1^* \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

3.2.5. IVIS-10

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los valores de los elementos de las parejas.

$$
\begin{aligned}
&[MIN]\, Z_1 = \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-) \\
&\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2} \cdot \omega_j + s_k^+ - s_k^- \qquad k = 1,.....,p \\
&\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 \\
&\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n
\end{aligned}
$$

Conocida la suma mínima de discrepancias, Z_1*, modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los valores de los elementos de las parejas.

$$
\begin{aligned}
&[MIN]\, Z_2 = S \\
&\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2} \cdot \omega_j + s_k^+ - s_k^- \qquad k = 1,.....,p \\
&S \geq s_k^+ + s_k^- \qquad k = 1,.....,p \\
&\sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-) \leq Z_1^* \\
&\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 \\
&\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n
\end{aligned}
$$

3.3. Compromiso entre el ajuste perfecto y la discrepancia entre los nuevos pesos y los anteriores

3.3.1. IVIS-11

Modelo que minimiza la suma ponderada de la suma cuadrática de discrepancias entre vectores de pesos y la suma cuadrática de discrepancias entre los valores de los elementos de las parejas.

$$
\begin{aligned}
&[MIN]\, Z = \lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} (\omega_j - \omega_j^0)^2 + (1 - \lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} \left[\sum_{j=1}^{n} \omega_j \cdot \left(f_{jk}^{1} - f_{jk}^{2} \right) \right]^2 \\
&\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 \\
&\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n
\end{aligned}
$$

3.3.2. IVIS-12

Modelo que minimiza la suma ponderada de la suma de los valores absolutos de las discrepancias de los pesos y la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los valores de los elementos de las parejas.

$$[MIN]\,Z = \lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-) + (1-\lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{1} \cdot \omega_j = \sum_{j=1}^{n} f_{jk}^{2} \cdot \omega_j + s_k^+ - s_k^- \qquad k = 1,\ldots\ldots,p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots,n$$

4. MODELOS PARA ASIGNAR EL VALOR DE UN PUESTO A UN INTERVALO ESPECÍFICO

Dado que la retribución estará asociada al nivel al que pertenezcan los puestos, el objetivo puede ser hallar unos pesos que fijen el valor de los puestos clave al nivel que les corresponda. Para ello deberan conocerse, para cada puesto, los valores inferior y superior que delimitan el intervalo o nivel al que debe pertencer dicho puesto.

Cuando el ajuste perfecto de unos puestos clave a unos valores específicos no es posible, obligar a que pertenezcan a un intervalo determinado es también una manera de acotar la discrepancia máxima.

n : número de factores.

p : número de puestos de trabajo con un nivel fijado.

ω_j^0 *: valores iniciales de los pesos (j = 1,...,n).*

f_{jk} *: puntuación del puesto de trabajo k en el factor j (j = 1,...,n ; k = 1,..., p).*

l_k *: valor inferior del intervalo al que debe pertenecer el puesto de trabajo k (k = 1,..., p).*

u_k *: valor superior del intervalo al que debe pertenecer el puesto de trabajo k (k = 1,..., p).*

Análogamente a lo expuesto anteriormente, tendremos los casos de **Ajuste perfecto, Mejor ajuste posible** y **Compromiso entre el ajuste perfecto y la discrepancia entre los nuevos pesos y los anteriores**.

La diferencia la encontramos en las restricciones de igual valor:

Ajuste perfecto:

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

Ajuste no perfecto:

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

<table>
<tr><th colspan="2">Función a minimizar (ξ)</th><th>Ajuste perfecto</th><th>Mejor ajuste posible</th><th>Solución de compromiso</th></tr>
<tr><td colspan="2">$\sum_{j=1}^{n} (\omega_j - \omega_j^0)^2$</td><td>IVIS-13</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Δ (discrepancia máxima)</td><td>IVIS-14</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">$\sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$</td><td>IVIS-15</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Δ (discrepancia máxima)</td><td>$\sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$</td><td>IVIS-16</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>$\sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$</td><td>$\Delta$ (discrepancia máxima)</td><td>IVIS-17</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">$\sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)^2$</td><td></td><td>IVIS-18</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">S (discrepancia máxima)</td><td></td><td>IVIS-19</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">$\sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)$</td><td></td><td>IVIS-20</td><td></td></tr>
<tr><td>S (discrepancia máxima)</td><td>$\sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)$</td><td></td><td>IVIS-21</td><td></td></tr>
<tr><td>$\sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)$</td><td>S (discrepancia máxima)</td><td></td><td>IVIS-22</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">$\lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} (\omega_j - \omega_j^0)^2 + (1 - \lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)^2$</td><td></td><td></td><td>IVIS-23</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-) + (1 - \lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)$</td><td></td><td></td><td>IVIS-24</td></tr>
</table>

5. ANEXO 2 - MODELOS PARA ASIGNAR EL VALOR DE UN PUESTO A UN INTERVALO ESPECÍFICO

5.1. Ajuste perfecto

5.1.1. IVIS-13

Modelo que minimiza la suma cuadrática de discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z = \sum_{j=1}^{n} (\omega_j - \omega_j^0)^2$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

5.1.2. IVIS-14

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z = \Delta$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,.....,n$$

$$\Delta \geq \delta_j^+ + \delta_j^- \qquad j = 1,.....,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

5.1.3. IVIS-15

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z = \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,.....,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

5.1.4. IVIS-16

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_1 = \Delta$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,.....,n$$

$$\Delta \geq \delta_j^+ + \delta_j^- \qquad j = 1,.....,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

Conocida la discrepancia máxima mínima Z_1*, modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_2 = \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,.....,p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,.....,n$$

$$\delta_j^+ + \delta_j^- \leq Z_1^* \qquad j = 1,.....,n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

5.1.5. IVIS-17

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_1 = \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

Conocida la suma mínima de discrepancias, Z_1*, modelo que minimiza la discrepancia máxima entre los vectores de pesos (nuevo y anterior).

$$[MIN]\, Z_2 = \Delta$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

$$\Delta \geq \delta_j^+ + \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-) \leq Z_1^*$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

5.2. Mejor ajuste posible

5.2.1. IVIS-18

Modelo que minimiza la suma cuadrática de discrepancias entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$[MIN]\, Z = \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)^2$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- \qquad k = 1,....., p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ \qquad k = 1,....., p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

5.2.2. IVIS-19

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$[MIN]\, Z = S$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- \qquad k = 1,....., p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ \qquad k = 1,....., p$$

$$S \geq s_k^+ + s_k^- \qquad k = 1,....., p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

5.2.3. IVIS-20

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$[MIN]\, Z = \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- \qquad k = 1,....., p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ \qquad k = 1,....., p$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,.....,n$$

5.2.4. IVIS-21

Modelo que minimiza la discrepancia máxima entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$
\begin{array}{ll}
[MIN]\, Z_1 = S & \\
\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- & k = 1,....., p \\
\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ & k = 1,....., p \\
S \geq s_k^+ + s_k^- & k = 1,....., p \\
\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 & \\
\omega_j \geq 0 & j = 1,.....,n
\end{array}
$$

Conocida la discrepancia máxima mínima Z_1*, modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$
\begin{array}{ll}
[MIN]\, Z_2 = \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-) & \\
\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- & k = 1,....., p \\
\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ & k = 1,....., p \\
s_k^+ + s_k^- \leq Z_1^* & k = 1,....., p \\
\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 & \\
\omega_j \geq 0 & j = 1,.....,n
\end{array}
$$

5.2.5. IVIS-22

Modelo que minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$
\begin{array}{ll}
[MIN]\, Z_1 = \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-) & \\
\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- & k = 1,....., p \\
\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ & k = 1,....., p \\
\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 & \\
\omega_j \geq 0 & j = 1,.....,n
\end{array}
$$

Conocida la suma mínima de discrepancias, Z_1*, modelo que minimiza la discrepancia máxima entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$
\begin{aligned}
&[MIN]\, Z_2 = S \\
&\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- && k = 1,.....,p \\
&\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ && k = 1,.....,p \\
&S \geq s_k^+ + s_k^- && k = 1,.....,p \\
&\sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-) \leq Z_1^* \\
&\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 \\
&\omega_j \geq 0 && j = 1,.....,n
\end{aligned}
$$

5.3. Compromiso entre el ajuste perfecto y la discrepancia entre los nuevos pesos y los anteriores

5.3.1. IVIS-23

Modelo que minimiza la suma ponderada de la suma cuadrática de discrepancias entre vectores de pesos y la suma cuadrática de discrepancias entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$
\begin{aligned}
&[MIN]\, Z = \lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} (\omega_j - \omega_j^0)^2 + (1 - \lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)^2 \\
&\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- && k = 1,.....,p \\
&\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ && k = 1,.....,p \\
&\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100 \\
&\omega_j \geq 0 && j = 1,.....,n
\end{aligned}
$$

5.3.2. IVIS-24

Modelo que minimiza la suma ponderada de la suma de los valores absolutos de las discrepancias de los pesos y la suma de los valores absolutos de las discrepancias entre el valor del puesto clave y el intervalo al que debería pertenecer.

$$[MIN]\, Z = \lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^+ + \delta_j^-) + (1-\lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} (s_k^+ + s_k^-)$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \geq l_k - s_k^- \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\sum_{j=1}^{n} f_{jk} \cdot \omega_j \leq u_k + s_k^+ \qquad k = 1,\ldots\ldots, p$$

$$\omega_j = \omega_j^0 + \delta_j^+ - \delta_j^- \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \omega_j = 100$$

$$\omega_j \geq 0 \qquad j = 1,\ldots\ldots, n$$

6. MODELOS PARA ASIGNAR EL VALOR DE LOS INTERVALOS QUE DELIMITAN LOS NIVELES

7. JUEGOS DE DATOS

Algunos de los datos se basan en casos reales en los que una sentencia ha establecido la igualdad de valor entre una o más parejas de puestos de trabajo; no obstante, no se dispone de una información detallada de las características de los puestos implicados, por lo cual las ponderaciones asociadas a cada factor, al igual que las puntuaciones atribuidas a los factores para cada puesto, deben considerarse como un mero ejercicio ilustrativo.

Las definiciones de los factores, así como los niveles de cada factor, son los correspondientes al manual "Equity at Work" (Equidad en el Trabajo), de Nueva Zelanda.

Para todos los casos:

$$n = 14$$

$$0 < p \le n - 1$$

$$\omega_1^0 = 12 \quad \omega_2^0 = 8 \quad \omega_3^0 = 9 \quad \omega_4^0 = 6 \quad \omega_5^0 = 7 \quad \omega_6^0 = 7 \quad \omega_7^0 = 8$$

$$\omega_8^0 = 5 \quad \omega_9^0 = 7 \quad \omega_{10}^0 = 6 \quad \omega_{11}^0 = 6 \quad \omega_{12}^0 = 8 \quad \omega_{13}^0 = 6 \quad \omega_{14}^0 = 5$$

$$0 \le f_{jk}^1, f_{jk}^2 \le 100$$

7.1. CASO - 1: Limpiadoras y peones del hospital "gregorio marañón".

Limpiadora: "categoría de personal femenino que se ocupa del aseo, limpieza de las habitaciones, pasillos, cafeterías y oficinas".

Peón: "sin poseer conocimientos concretos de cualquier especialidad limitan sus funciones a la aportación de esfuerzo físico y a la ejecución de trabajos no especializados.

FACTOR	Limpiadora	Peón
CAPACIDADES: Conocimientos y comprensión	$f^1_{1,1}$= 30	$f^2_{1,1}$= 20
CAPACIDADES: Aptitudes físicas	$f^1_{2,1}$= 60	$f^2_{2,1}$= 80
CAPACIDADES: Aptitudes mentales	$f^1_{3,1}$= 20	$f^2_{3,1}$= 20
CAPACIDADES: Aptitudes comunicativas	$f^1_{4,1}$= 20	$f^2_{4,1}$= 20
CAPACIDADES: Relaciones humanas	$f^1_{5,1}$= 20	$f^2_{5,1}$= 20
ESFUERZO: Esfuerzo físico	$f^1_{6,1}$= 60	$f^2_{6,1}$= 80
ESFUERZO: Esfuerzo mental	$f^1_{7,1}$= 20	$f^2_{7,1}$= 20
ESFUERZO: Esfuerzo emocional	$f^1_{8,1}$= 40	$f^2_{8,1}$= 20
RESPONSABILIDAD: En cuanto a información y recursos materiales	$f^1_{9,1}$= 40	$f^2_{9,1}$= 20
RESPONSABILIDAD: De supervisión	$f^1_{10,1}$= 20	$f^2_{10,1}$= 20
RESPONSABILIDAD: Del bienestar	$f^1_{11,1}$= 80	$f^2_{11,1}$= 20
RESPONSABILIDAD: Para planificación, organización y desarrollo	$f^1_{12,1}$= 40	$f^2_{12,1}$= 20
CONDICIONES: Peligros	$f^1_{13,1}$= 40	$f^2_{13,1}$= 40
CONDICIONES: Entorno de trabajo	$f^1_{14,1}$= 80	$f^2_{14,1}$= 20
Valor del puesto con pesos iniciales	39	30,20

7.1.1. Ajuste perfecto

	Peso inicial	IVIS-1	IVIS-2	IVIS-4	IVIS-3	IVIS-5
w_1	12	12	8,173913	8,173914	12,000000	12,000000
w_2	8	11,67	11,826087	11,826087	19,000000	13,000000
w_3	9	10,22	12,826087	12,826086	9,000000	9,000000
w_4	6	7,22	9,826087	9,826087	6,000000	6,000000
w_5	7	8,22	10,826087	10,826087	7,000000	7,000000
w_6	7	10,67	10,826087	10,826087	7,000000	13,000000
w_7	8	9,22	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000
w_8	5	3,78	1,173913	1,173913	5,000000	5,000000
w_9	7	5,78	3,173913	3,173913	7,000000	7,000000
w_{10}	6	7,22	9,826087	6,000000	6,000000	6,000000
w_{11}	6	0	2,173913	2,173913	0,000000	0,000000
w_{12}	8	6,77	4,173913	4,173913	8,000000	8,000000
w_{13}	6	7,22	6,000000	9,826087	6,000000	6,000000
w_{14}	5	0	1,173913	1,173913	0,000000	0,000000

Valor	39	30,2	34,844	34,7913	35,5565	36,8	36,8
Δ			6,000000	**3,826087**	3,826087	11,000000	**6,000000**
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$			29,330000	45,913044	**45,913042**	**22,000000**	22,000000
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			**101,357900**	175,667301	175,667285	182,000000	122,000000

IVIS-1: minimiza la suma de discrepancias al cuadrado.
IVIS-2: minimiza la máxima discrepancia.
IVIS-4: minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias, sin superar la discrepancia máxima hallada en IVIS-2.
IVIS-3: minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias.
IVIS-5: minimiza la discrepancia máxima, sin que la suma de los valores absolutos de las discrepancias supere el valor hallado en IVIS-3.

7.2. CASO - 2: Antonio puig, s. A., Envasado

"En la sección de envasado funcionan distintas cadenas o cintas de producción, en las que el llenado de frascos y envasado de los mismos, desde los dos puestos básicos de trabajo, 'maquinista' y 'envasado', es realizado por oficialas de 1ª y 2ª. Los profesionales de industria de 1ª y 2ª, los ayudantes especialistas y los peones, por su parte, dentro de esa misma sección suministran a las cintas los elementos y materiales necesarios para el trabajo de las oficialas de actividades complementarias, rellenan de nuevo producto las máquinas de vacío para envasar y limpian las mismas, cambiando el producto en su caso, trasladan los productos acabados y reciben materiales del almacén, y suministran las órdenes de fabricación.".

FACTOR	**Mujeres**	**Hombres**
CAPACIDADES: Conocimientos y comprensión	$f^1_{1,1}$= 40	$f^2_{1,1}$= 40
CAPACIDADES: Aptitudes físicas	$f^1_{2,1}$= 60	$f^2_{2,1}$= 60
CAPACIDADES: Aptitudes mentales	$f^1_{3,1}$= 40	$f^2_{3,1}$= 40
CAPACIDADES: Aptitudes comunicativas	$f^1_{4,1}$= 20	$f^2_{4,1}$= 20
CAPACIDADES: Relaciones humanas	$f^1_{5,1}$= 20	$f^2_{5,1}$= 20
ESFUERZO: Esfuerzo físico	$f^1_{6,1}$= 60	$f^2_{6,1}$= 80
ESFUERZO: Esfuerzo mental	$f^1_{7,1}$= 40	$f^2_{7,1}$= 40
ESFUERZO: Esfuerzo emocional	$f^1_{8,1}$= 60	$f^2_{8,1}$= 40
RESPONSABILIDAD: En cuanto a información y recursos materiales	$f^1_{9,1}$= 50	$f^2_{9,1}$= 50
RESPONSABILIDAD: De supervisión	$f^1_{10,1}$= 40	$f^2_{10,1}$= 40
RESPONSABILIDAD: Del bienestar	$f^1_{11,1}$= 20	$f^2_{11,1}$= 20
RESPONSABILIDAD: Para planificación, organización y desarrollo	$f^1_{12,1}$= 20	$f^2_{12,1}$= 20
CONDICIONES: Peligros	$f^1_{13,1}$= 60	$f^2_{13,1}$= 60
CONDICIONES: Entorno de trabajo	$f^1_{14,1}$= 60	$f^2_{14,1}$= 60
Valor del puesto con pesos iniciales	41,5	41,9

7.2.1. Ajuste perfecto

	Peso inicial	IVIS-1	IVIS-2	IVIS-4	IVIS-3	IVIS-5
w_1	12	12,000000	12,000000	12,000000	12,000000	12,000000
w_2	8	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000
w_3	9	9,000000	9,000000	9,000000	9,000000	9,000000
w_4	6	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000
w_5	7	7,000000	7,000000	7,000000	7,000000	7,000000
w_6	7	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000
w_7	8	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000
w_8	5	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000
w_9	7	7,000000	7,000000	7,000000	7,000000	7,000000
w_{10}	6	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000
w_{11}	6	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000
w_{12}	8	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000	8,000000
w_{13}	6	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000	6,000000
w_{14}	5	5,000000	5,000000	5,000000	5,000000	5,000000

Valor	41,5	41,9	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5
Δ			**1,000000**	1,000000	1,000000	1,000000	**1,000000**
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$			2,000000	**2,000000**	2,000000	**2,000000**	2,000000
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			2,000000	2,000000	**2,000000**	2,000000	2,000000

IVIS-1: minimiza la suma de discrepancias al cuadrado.
IVIS-2: minimiza la máxima discrepancia.
IVIS-4: minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias, sin superar la discrepancia máxima hallada en IVIS-2.
IVIS-3: minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias.
IVIS-5: minimiza la discrepancia máxima, sin que la suma de los valores absolutos de las discrepancias supere el valor hallado en IVIS-3.

7.3. CASO - 3: Antonio puig, s. A., Expediciones

“En la otra sección afectada por el conflicto, la de ‘expediciones’, las oficialas de actividades complementarias adscritas a sus distintas subsecciones (preparación de pedidos, expedición y exportación) desarrollan las tareas de codificado de exportación, distribución de pedidos, separado de expediciones, paletizado de agencias, verificación y alimentado de estanterías. El personal masculino (profesionales de industria, ayudantes especialistas y peones) embala los pedidos destinados a la exportación, sí como los pedidos especiales, tales como ventas de empresas, hoteles y de ciertos destinos singulares, y cargan los mismos por cinta o mediante palets en el camión.”

FACTOR	Mujeres	Hombres
CAPACIDADES: Conocimientos y comprensión	$f^1_{1,1}= 50$	$f^2_{1,1}= 30$
CAPACIDADES: Aptitudes físicas	$f^1_{2,1}= 60$	$f^2_{2,1}= 60$
CAPACIDADES: Aptitudes mentales	$f^1_{3,1}= 60$	$f^2_{3,1}= 40$
CAPACIDADES: Aptitudes comunicativas	$f^1_{4,1}= 20$	$f^2_{4,1}= 20$
CAPACIDADES: Relaciones humanas	$f^1_{5,1}= 20$	$f^2_{5,1}= 20$
ESFUERZO: Esfuerzo físico	$f^1_{6,1}= 50$	$f^2_{6,1}= 60$
ESFUERZO: Esfuerzo mental	$f^1_{7,1}= 60$	$f^2_{7,1}= 40$
ESFUERZO: Esfuerzo emocional	$f^1_{8,1}= 40$	$f^2_{8,1}= 40$
RESPONSABILIDAD: En cuanto a información y recursos materiales	$f^1_{9,1}= 50$	$f^2_{9,1}= 40$
RESPONSABILIDAD: De supervisión	$f^1_{10,1}= 50$	$f^2_{10,1}= 40$
RESPONSABILIDAD: Del bienestar	$f^1_{11,1}= 20$	$f^2_{11,1}= 20$
RESPONSABILIDAD: Para planificación, organización y desarrollo	$f^1_{12,1}= 50$	$f^2_{12,1}= 40$
CONDICIONES: Peligros	$f^1_{13,1}= 60$	$f^2_{13,1}= 60$
CONDICIONES: Entorno de trabajo	$f^1_{14,1}= 60$	$f^2_{14,1}= 60$
Valor del puesto con pesos iniciales	47,4	40,2

7.3.1. Ajuste perfecto

	Peso inicial	IVIS-1	IVIS-2	IVIS-4	IVIS-3	IVIS-5
w_1	12	2,5	4,625000	4,625000	5,000000	0,000000
w_2	8	11,6	8,000000	15,375000	8,000000	8,000000
w_3	9	0	1,625000	1,625000	0,000000	0,000000
w_4	6	9,6	11,625000	13,375000	6,000000	6,000000
w_5	7	10,6	7,000000	7,000000	7,000000	7,000000
w_6	7	17,15	14,375000	14,375000	31,000000	31,000000
w_7	8	0	0,625000	0,625000	0,000000	5,000000
w_8	5	8,6	12,375000	5,000000	5,000000	5,000000
w_9	7	4,05	0,000000	0,000000	7,000000	7,000000
w_{10}	6	3,05	0,000000	0,000000	6,000000	6,000000
w_{11}	6	9,6	13,375000	11,625000	6,000000	6,000000
w_{12}	8	5,05	0,625000	0,625000	8,000000	8,000000
w_{13}	6	9,6	13,375000	13,375000	6,000000	6,000000
w_{14}	5	8,6	12,375000	12,375000	5,000000	5,000000

Valor	47,4	40,2	43,18	42,7625	44,2375	45,7	46,2
Δ			10,150000	**7,375000**	7,375000	24,000000	**24,000000**
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$			70,700000	85,000000	**85,000000**	**48,000000**	48,000000
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			**455,100000**	606,156250	606,156250	770,000000	810,000000

IVIS-1: minimiza la suma de discrepancias al cuadrado.
IVIS-2: minimiza la máxima discrepancia.
IVIS-4: minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias, sin superar la discrepancia máxima hallada en IVIS-2.
IVIS-3: minimiza la suma de los valores absolutos de las discrepancias.
IVIS-5: minimiza la discrepancia máxima, sin que la suma de los valores absolutos de las discrepancias supere el valor hallado en IVIS-3.

7.4. CASO - 4: Antonio puig, s. A., Envasado y Expediciones conjuntamente

FACTOR	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
CAPACIDADES: Conocimientos y comprensión	$f^1_{1,1}$= 40	$f^2_{1,1}$= 40	$f^1_{1,2}$= 50	$f^2_{1,2}$= 30
CAPACIDADES: Aptitudes físicas	$f^1_{2,1}$= 60	$f^2_{2,1}$= 60	$f^1_{2,2}$= 60	$f^2_{2,2}$= 60
CAPACIDADES: Aptitudes mentales	$f^1_{3,1}$= 40	$f^2_{3,1}$= 40	$f^1_{3,2}$= 60	$f^2_{3,2}$= 40
CAPACIDADES: Aptitudes comunicativas	$f^1_{4,1}$= 20	$f^2_{4,1}$= 20	$f^1_{4,2}$= 20	$f^2_{4,2}$= 20
CAPACIDADES: Relaciones humanas	$f^1_{5,1}$= 20	$f^2_{5,1}$= 20	$f^1_{5,2}$= 20	$f^2_{5,2}$= 20
ESFUERZO: Esfuerzo físico	$f^1_{6,1}$= 60	$f^2_{6,1}$= 80	$f^1_{6,2}$= 50	$f^2_{6,2}$= 60
ESFUERZO: Esfuerzo mental	$f^1_{7,1}$= 40	$f^2_{7,1}$= 40	$f^1_{7,2}$= 60	$f^2_{7,2}$= 40
ESFUERZO: Esfuerzo emocional	$f^1_{8,1}$= 60	$f^2_{8,1}$= 40	$f^1_{8,2}$= 40	$f^2_{8,2}$= 40
RESPONSABILIDAD: En cuanto a información y recursos materiales	$f^1_{9,1}$= 50	$f^2_{9,1}$= 50	$f^1_{9,2}$= 50	$f^2_{9,2}$= 40
RESPONSABILIDAD: De supervisión	$f^1_{10,1}$= 40	$f^2_{10,1}$= 40	$f^1_{10,2}$= 50	$f^2_{10,2}$= 40
RESPONSABILIDAD: Del bienestar	$f^1_{11,1}$= 20	$f^2_{11,1}$= 20	$f^1_{11,2}$= 20	$f^2_{11,2}$= 20
RESPONSABILIDAD: Para planificación, organización y desarrollo	$f^1_{12,1}$= 20	$f^2_{12,1}$= 20	$f^1_{12,2}$= 50	$f^2_{12,2}$= 40
CONDICIONES: Peligros	$f^1_{13,1}$= 60	$f^2_{13,1}$= 60	$f^1_{13,2}$= 60	$f^2_{13,2}$= 60
CONDICIONES: Entorno de trabajo	$f^1_{14,1}$= 60	$f^2_{14,1}$= 60	$f^1_{14,2}$= 60	$f^2_{14,2}$= 60
Valor del puesto con pesos iniciales	41,5	41,9	47,4	40,2

7.4.1. Ajuste perfecto

	Peso inicial	IVIS-1	IVIS-2	IVIS-4	IVIS-3	IVIS-5
w_1	12	1,3446	4,375000	4,375000	0,000000	0,000000
w_2	8	11,8311	8,000000	15,625000	8,000000	8,000000
w_3	9	0,0000	1,375000	1,375000	0,000000	0,000000
w_4	6	9,8311	13,625000	13,625000	6,000000	6,000000
w_5	7	10,8311	14,375000	7,000000	7,000000	7,000000
w_6	7	13,4527	12,625000	12,625000	20,666666	20,666666
w_7	8	0	0,375000	0,375000	0,000000	0,000000
w_8	5	13,4527	12,625000	12,625000	20,666666	20,666666
w_9	7	3,5879	0,000000	0,000000	7,000000	7,000000
w_{10}	6	2,5879	0,000000	0,000000	5,666667	5,666667
w_{11}	6	9,8311	13,625000	6,000000	6,000000	6,000000
w_{12}	8	4,5879	0,375000	0,375000	8,000000	8,000000
w_{13}	6	9,8311	13,625000	13,375000	6,000000	6,000000
w_{14}	5	8,8311	5,000000	12,625000	5,000000	5,000000

Valor 1	41,5	41,9	44,82	41,975	47,975	47,3667	47,3667
Valor 2	47,4	40,2	42,55	39,0875	45,0875	44,133	44,133
Δ			10,655400	**7,625000**	7,625000	15,666666	**15,666666**
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$			75,783700	87,000000	**87,000000**	**58,666665**	58,666665
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			**494,614266**	636,156250	636,156250	721,333294	721,333294

7.5. CASO - 5: Caso hipotético con 4 parejas de puestos

Los factores son los mismos que los de los casos anteriores.

M	H	M	H	M	H	M	H
30	35	45	40	40	30	30	20
60	85	60	65	65	60	50	80
20	35	45	40	50	40	15	20
25	20	20	25	15	25	20	15
20	25	25	20	25	20	20	25
60	90	60	80	45	60	40	80
25	20	40	45	55	40	45	40
35	20	60	40	40	45	40	45
30	20	55	50	50	40	45	40
20	30	40	45	45	40	40	50
80	40	20	25	25	20	20	15
30	20	20	40	50	40	50	40
45	40	65	60	60	55	35	40
60	20	60	55	55	60	80	20
37.25	36.6	43.55	45	44.75	40.5	36.8	37.6

7.5.1. Ajuste perfecto

	Peso inicial	IVIS-1	IVIS-2	IVIS-4	IVIS-3	IVIS-5
w_1	12	11,35	12,703050	12,702929	12,000000	12,000000
w_2	8	6,754	3,285714	3,285623	8,000000	8,000000
w_3	9	8,007	3,581059	3,581187	9,000000	9,000000
w_4	6	11,996	11,418941	11,418941	23,976807	23,976807
w_5	7	7,337	12,418941	12,418941	7,000000	7,000000
w_6	7	12,832	12,418941	12,418941	7,000000	7,000000
w_7	8	2,092	2,581059	2,581059	0,000000	0,000000
w_8	5	10,040	10,418941	10,418941	5,698476	5,698476
w_9	7	4,309	1,581059	1,581059	4,944997	4,944997
w_{10}	6	5,036	10,261638	10,261638	6,000000	6,000000
w_{11}	6	1,176	0,581059	0,581059	3,070908	3,070908
w_{12}	8	2,369	2,581059	2,581059	0,000000	0,000000
w_{13}	6	5,286	5,749599	5,749599	6,000000	6,000000
w_{14}	5	11,409	10,418941	10,418941	7,308814	7,308814

Valor 1	37,25	36,6	38,4375	36,18	36,18	36,01	36,01
Valor 2	43,55	44,95	46,931	45,01	45,01	42,43	42,43
Valor 3	44,75	40,45	42,854	41,02	41,02	38,83	38,83
Valor 4	36,8	37,6	38,29	37,62	37,62	33,41	33,41
Δ			6,409000	**5,418941**	5,418941	17,976807	**17,976807**
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$			47,235000	64,118785	**64,118627**	**41,968192**	41,968192
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			**238,079929**	334,592247	334,591547	469,786698	469,786698

7.6. CASO - 7: Caso hipotético con 8 parejas de puestos

Los factores son los mismos que los de los casos anteriores.

M1	H1	M2	H2	M3	H3	M4	H4	M5	H5	M6	H6	M7	H7	M8	H8
30	40	40	40	50	30	30	20	30	20	30	20	20	20	30	50
60	80	60	60	60	60	50	80	50	80	50	90	40	80	50	80
25	20	40	40	60	40	20	20	20	20	15	20	20	30	30	20
20	25	20	20	35	20	20	20	30	20	30	20	30	20	30	20
25	20	20	15	20	20	20	20	20	20	20	20	30	20	20	30
60	80	60	80	50	60	40	80	60	80	50	80	60	80	70	80
20	35	40	40	60	40	40	40	60	40	50	40	60	40	60	40
40	20	60	40	40	40	40	40	40	40	40	50	40	40	40	40
40	20	50	50	65	40	40	40	50	40	50	40	50	40	50	40
20	30	40	40	50	40	40	50	40	50	40	50	20	50	40	50
80	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	20	30
40	30	20	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50	40	60	40
45	40	60	65	60	60	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
80	40	60	60	60	60	80	20	70	20	70	30	50	20	70	40
40,1	36,5	41,5	43,45	49,35	40,2	36,8	37,6	40,6	37,6	38,65	39,4	37,1	39,1	43	43,5

7.6.1. Mejor ajuste posible

	Peso inicial	IVIS-6	IVIS-7	IVIS-9	IVIS-8	IVIS-10
w_1	12	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_2	8	0,26987127	3,474094	3,474094	4,286770	4,286770
w_3	9	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_4	6	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_5	7	23,8922714	28,451632	28,451632	19,881744	19,881744
w_6	7	6,50436359	9,463911	9,463911	0,000000	0,000000
w_7	8	8,3340796	9,643606	9,643606	17,590540	17,590540
w_8	5	3,12547739	2,815214	2,815214	3,104213	3,104213
w_9	7	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_{10}	6	13,1559348	6,079665	6,079665	17,738359	17,738359
w_{11}	6	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_{12}	8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_{13}	6	39,7736746	33,662773	33,662773	32,298595	32,298595
w_{14}	5	4,94432725	6,409104	6,409104	5,099778	5,099778

Valor 1	40,1	36,5	37,43	35,57	39,42	37,83	39,42	37,83	34,46	34,46	34,46	34,46
Valor 2	41,5	43,45	46,15	47,61	45,47	47,06	45,47	47,06	44,98	44,98	44,98	44,98
Valor 3	49,35	40,2	47,85	45,52	46,50	44,91	46,50	44,91	49,65	44,36	49,65	44,36
Valor 4	36,8	37,6	37,23	38,26	37,2	38,81	37,2	38,81	38,5	38,49	38,5	38,49
Valor 5	40,6	37,6	39,7	38,3	40,40	38,8	40,40	38,8	41,50	38,5	41,50	38,5
Valor 6	38,65	39,4	38,22	39,09	38,49	40,08	38,49	40,08	39,74	39,74	39,74	39,74
Valor 7	37,1	39,1	38,44	38,26	40,40	38,81	40,40	38,81	38,49	38,49	38,49	38,49
Valor 8	43	43,5	40,35	41,63	41,34	42,93	41,34	42,93	41,50	41,5	41,50	41,5
S			2,332		**1,5903**		1,5903		5,29194		**5,29194**	
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$			10,487		12,7224		**12,7224**		**8,30007**		8,30007	
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)^2$			**16,677**		20,2323		20,2323		37,0535		37,0535	
Δ			33,773675		27,662773		27,662773		26,298595		26,298595	
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$			116,311921		109,421383		109,421383		121,218033		121,218033	
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			1950,846421		1671,422859		1671,422859		1563,714998		1563,714998	

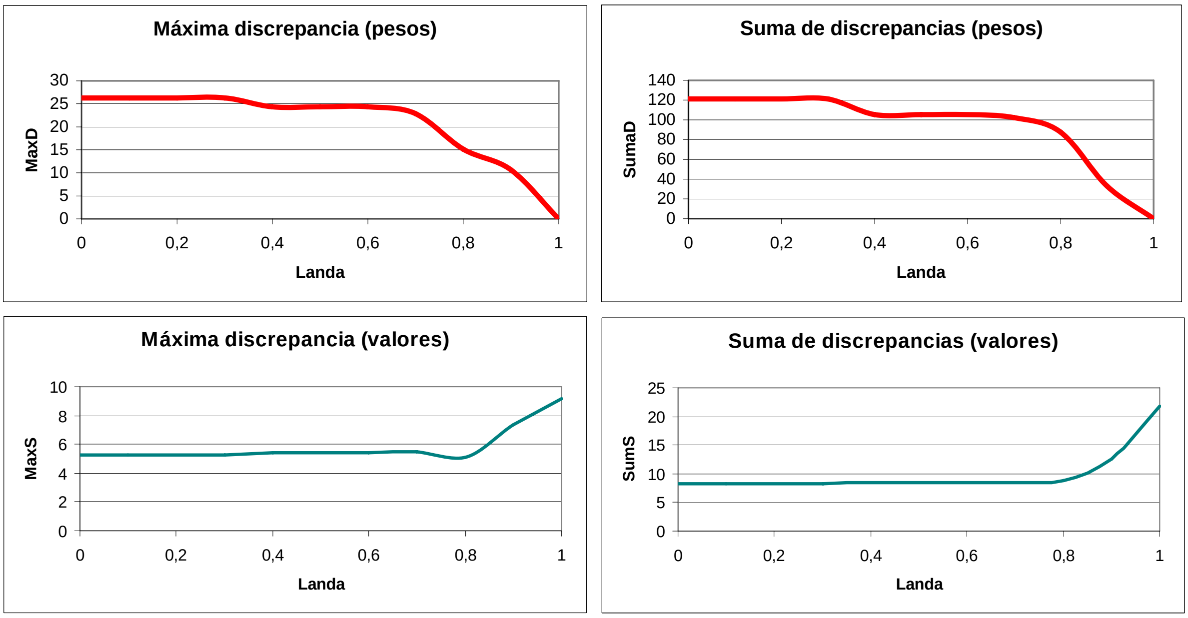
7.6.2. Solución de compromiso (modelo lineal)

$$[MIN]Z = \lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} (\delta_j^{+} + \delta_j^{-}) + (1 - \lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} (s_k^{+} + s_k^{-})$$

IVIS-12	Peso inicial (λ = 1)	λ = 0 - 0,3	λ = 0,4 - 0,6	λ = 0,7	λ = 0,8	λ = 0,9
w_1	12	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	8,750000
w_2	8	4,286770	6,388766	8,000000	7,921095	7,750000
w_3	9	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	9,000000
w_4	6	0,000000	6,000000	10,599156	18,392914	10,125000
w_5	7	19,881744	18,458241	17,367088	22,161030	17,625000
w_6	7	0,000000	0,000000	0,000000	7,000000	7,000000
w_7	8	17,590540	14,836659	12,725739	8,000000	8,000000
w_8	5	3,104213	2,971175	2,869198	3,317230	5,000000
w_9	7	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_{10}	6	17,738359	15,263858	13,367088	14,700483	6,000000
w_{11}	6	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
w_{12}	8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	8,000000
w_{13}	6	32,298595	30,342941	28,843882	7,429952	6,000000
w_{14}	5	5,099778	5,738359	6,227848	11,077294	6,750000

Valor 1	40,1	36,5	34,46	34,46	35,10	35,10	35,59	35,59	36,24	36,24	36,25	36,26
Valor 2	41,5	43,45	44,98	44,98	44,19	44,2	43,59	43,59	39,24	39,24	39,35	40,77
Valor 3	49,35	40,2	49,65	44,36	48,99	43,6	48,49	43,02	43,7	38,57	46,44	39,08
Valor 4	36,8	37,6	38,5	38,49	38	38,04	37,7	37,7	37,11	37,11	36,05	36,05
Valor 5	40,6	37,6	41,50	38,5	41,03	38	40,68	37,7	40,84	37,1	39,38	36,1
Valor 6	38,65	39,4	39,74	39,74	39,55	39,55	39,41	39,41	39,34	39,34	37,44	38
Valor 7	37,1	39,1	38,49	38,49	38,04	38,04	37,7	37,7	37,11	37,11	36,95	36,95
Valor 8	43	43,5	41,50	41,5	41,03	41,03	40,68	40,68	41,54	41,54	41,78	41,79
S			5,29		5,39		5,47		5,13		7,37	
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^{+} + s_k^{-})$			8,30		8,38		8,45		8,86		12,7	
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^{+} + s_k^{-})^2$			37,05		38,053		38,83		40,23		67,76	
Δ			26,29		24,34		22,84		15,16		10,63	
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^{+} + \delta_j^{-})$			121,21		105,28		102,26		87,52		33	
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			1563,71		1286,68		1156,12		874,96		228,59	

Evolución de las discrepancias en función de λ



7.6.3. Solución de compromiso (modelo cuadrático)

$$[MIN]\,Z = \lambda \cdot \sum_{j=1}^{n} \left(\omega_j - \omega_j^0 \right)^2 + (1-\lambda) \cdot \sum_{k=1}^{p} \left[\sum_{j=1}^{n} \omega_j \cdot \left(f_{jk}^{1} - f_{jk}^{2} \right) \right]^2$$

IVIS-12	Peso inicial (λ = 1)	λ = 0	λ = 0,1	λ = 0,2	λ = 0,8	λ = 0,9
w_1	12	0,000000	8,512162137			
w_2	8	0,26987127	8,662936006			
w_3	9	0,000000	3,872592205			
w_4	6	0,000000	6,587973855			
w_5	7	23,8922714	12,7928836			
w_6	7	6,50436359	11,13453952			
w_7	8	8,3340796	7,015540132			
w_8	5	3,12547739	9,037759071			
w_9	7	0,000000	0,000000			
w_{10}	6	13,1559348	4,972712795			
w_{11}	6	0,000000	1,462302678			
w_{12}	8	0,000000	7,059688043			
w_{13}	6	39,7736746	10,09197812			
w_{14}	5	4,94432725	8,796931838			

Valor 1	40,1	36,5	37,43	35,57	41,50	39,94						
Valor 2	41,5	43,45	46,15	47,61	43,96	45,66						
Valor 3	49,35	40,2	47,85	45,52	47,68	42,72						
Valor 4	36,8	37,6	37,23	38,26	39,3	40,01						
Valor 5	40,6	37,6	39,7	38,3	42,70	40						
Valor 6	38,65	39,4	38,22	39,09	40,7	42,66						
Valor 7	37,1	39,1	38,44	38,26	39,51	40,54						
Valor 8	43	43,5	40,35	41,63	44,91	45,75						
S			2,332		4,96							
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)$			10,487		15,45							
$\sum_{k=1}^{p}(s_k^+ + s_k^-)^2$			**16,677**		43,28							
Δ			33,773675		7,00							
$\sum_{j=1}^{n}(\delta_j^+ + \delta_j^-)$			116,311921		46,21							
$\sum_{j=1}^{n}(\omega_j - \omega_j^0)^2$			1950,846421		209,85							