

The European Commission's science and knowledge service

Joint Research Centre



Estimación de marcos Input-Output mediante métodos indirectos

Juan Manuel Valderas Jaramillo

Scientific Officer

Málaga, 27 de Abril de 2018

Alternativas

Método Directo

Compilación

- Construcción directa.
- Elevados requisitos de información.
- Alto tiempo de elaboración.
- Periodicidad reducida

Métodos Indirectos

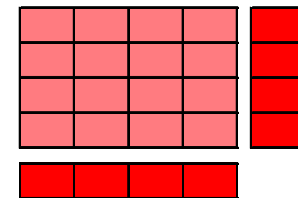
Alternativas

| Método Directo | Métodos Indirectos | |
|--|---|--|
| <u>Compilación</u> <ul style="list-style-type: none">- Construcción directa.- Elevados requisitos de información.- Alto tiempo de elaboración. | <u>Estimación</u> <ul style="list-style-type: none">- A mitad de camino entre Comp. y Proy.- Mayor información exógena adicional.- Particularizados según contexto. | <u>Proyección</u> <ul style="list-style-type: none">- Mínimos requisitos de información.- Tiempo reducido de elaboración.- Dependencia de información de base. |

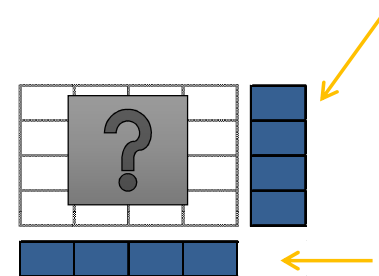
Métodos indirectos

- dada una matriz o conjunto de matrices de referencia de un marco Input-Output;
- un conjunto de información exógena correspondiente al año objetivo;
- obtener una matriz para el año objetivo compatible con la información disponible

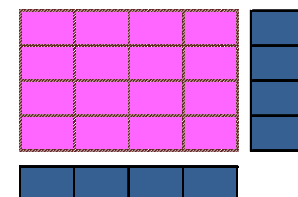
Año Base 0



Año Objetivo t



**Proyección
Año t**



El método RAS

- Sheleikhovskii (1930) y Kruithof (1937) para estimación de flujos de pasajeros y tráfico telefónico.
- Leontief (1941) introduce métodos biproporcionales para estimación de coeficientes técnicos
- **R**ichard **S**tone y **A**lan Brown (años 60): aplicación en el campo de análisis Input-Output

El RAS en breve

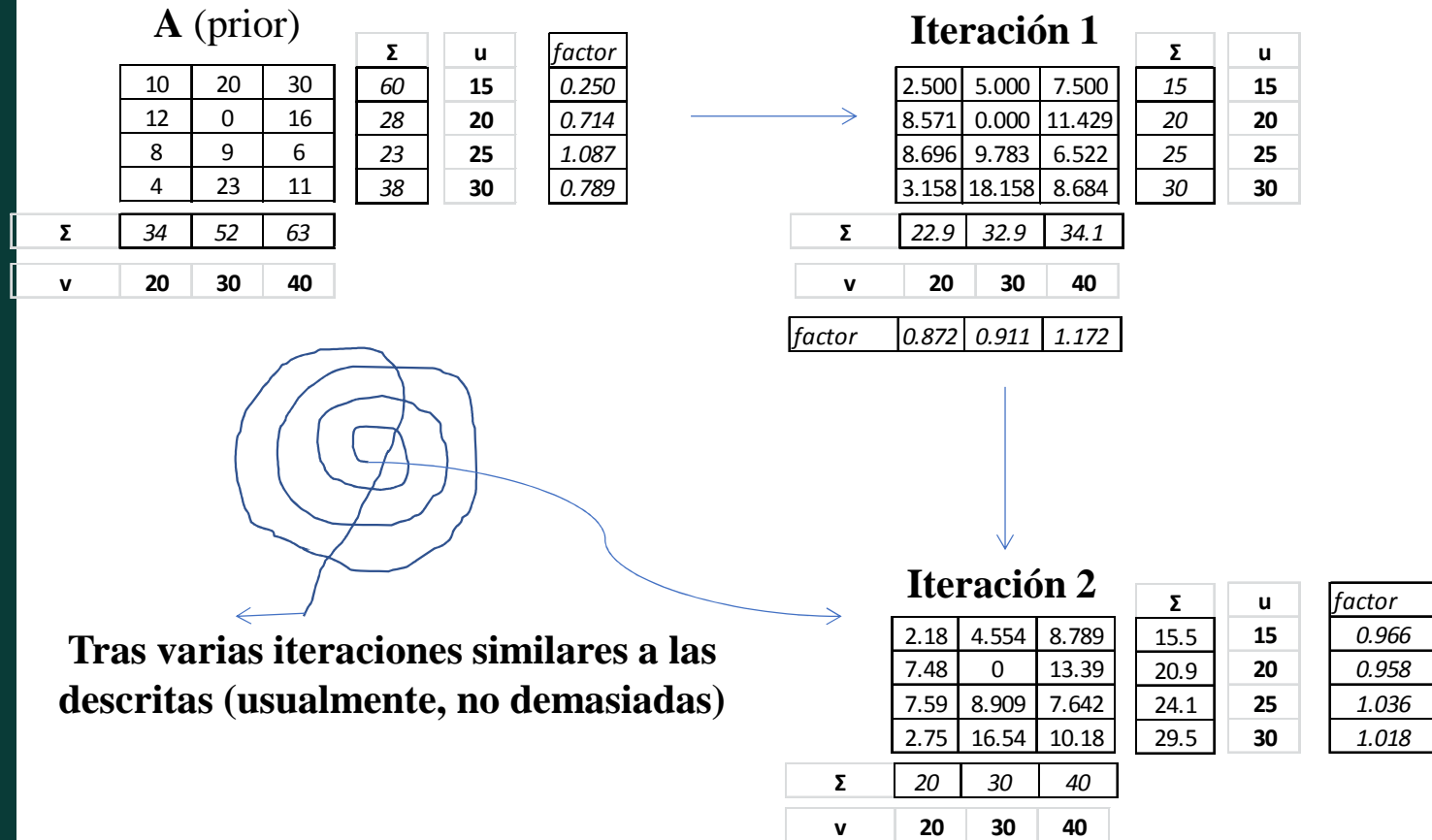
- Sea $\mathbf{A} = (a_{ij})$ la matriz de referencia (prior)
- Sea $\mathbf{X} = (x_{ij})$ la matriz objetivo
- $i = 1, \dots, k$ filas e $j = 1, \dots, m$ columnas
- Targets \mathbf{u} y \mathbf{v}
- Encontrar 2 vectores de multiplicadores fila y columna tal que $x_{ij} = r_i a_{ij} s_j \quad \forall i, j$

| A (prior) | | | | Σ | \mathbf{u} | r |
|--------------|-------|-------|-------|----------|--------------|-------|
| 10 | 20 | 30 | | 60 | 15 | 0.241 |
| 12 | 0 | 16 | | 28 | 20 | 0.678 |
| 8 | 9 | 6 | | 23 | 25 | 1.127 |
| 4 | 23 | 11 | | 38 | 30 | 0.808 |
| Σ | 34 | 52 | 63 | | | |
| \mathbf{v} | 20 | 30 | 40 | | | |
| s | 0.877 | 0.894 | 1.185 | | | |

↓

| X (target) | | | | Σ | \mathbf{u} |
|--------------|-------|-------|----|----------|--------------|
| 2.115 | 4.311 | 8.575 | | 15 | 15 |
| 7.139 | 0 | 12.87 | | 20 | 20 |
| 7.91 | 9.07 | 8.019 | | 25 | 25 |
| 2.836 | 16.62 | 10.54 | | 30 | 30 |
| Σ | 20 | 30 | 40 | | |
| \mathbf{v} | 20 | 30 | 40 | | |

Mecánica del RAS



Características del RAS

- Siempre converge...siempre que el problema sea factible y esté bien planteado
- Preservación del signo $x_{ij} = r_i a_{ij} S_j$
- Gran flexibilidad y adaptabilidad (incorporación de información exógena)
- Aplicable sólo a matrices con elementos positivos

Justificación de la convergencia

- El RAS es la solución de un problema de optimización

$$\min \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m x_{ij} \ln \left(\frac{x_{ij}}{a_{ij}} \right)$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = v_j \quad \forall j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = u_i \quad \forall i = 1, \dots, k$$

Ejemplo de RAS infactibles

- Vectores incongruentes

$$\sum_{i=1}^k u_i \neq \sum_{j=1}^m v_j$$

| | u | v |
|----------|-----------|----------|
| | 15 | 20 |
| | 20 | 30 |
| | 25 | 40 |
| | 30 | |
| Σ | 90 | 90 |

| | u | v |
|----------|-----------|----------|
| | 12 | 21 |
| | 18 | 33 |
| | 25 | 38 |
| | 31 | |
| Σ | 86 | 92 |

Ejemplo de RAS infactibles (2)

- Inconsistencias individuales entre targets

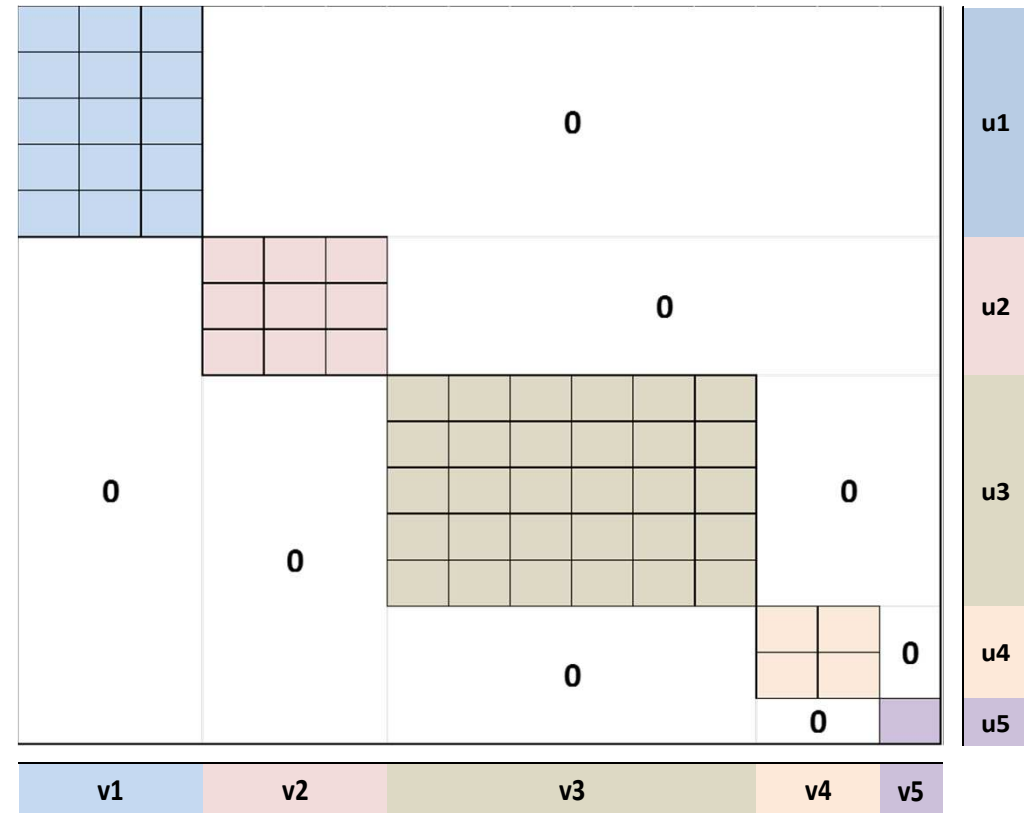
| | | | | |
|----------|----|----|----------|----|
| | | | Σ | |
| | 10 | 20 | 0 | 30 |
| | 12 | 21 | 0 | 33 |
| | 8 | 9 | 0 | 17 |
| | 0 | 0 | 11 | 11 |
| Σ | 30 | 50 | 11 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

| | |
|--|-----|
| | u |
| | 15 |
| | 20 |
| | 25 |
| | 30 |

Ejemplo de RAS infactibles (y 3)

Infactible si alguna de las siguientes condiciones se cumple:

- $\text{suma}(u1) \neq \text{suma}(v1)$
- $\text{suma}(u2) \neq \text{suma}(v2)$
- $\text{suma}(u3) \neq \text{suma}(v3)$
- $\text{suma}(u4) \neq \text{suma}(v4)$
- $\text{suma}(u5) \neq \text{suma}(v5)$



Ejemplo de RAS infactibles (y 4)

- Si $x_1+x_2+x_3 < 25$ el problema no sería factible
- Si $x_1+x_2+x_3 \geq 25$ el problema sería a priori factible
- **CONCLUSIÓN: mucho cuidado con las matrices dispersas, y con las filas y columnas con muchos 0.**

The diagram shows a grid representing a sparse matrix. The grid is 10 rows by 10 columns. The first column is labeled 'v1' at the bottom. The first row is labeled 'u1' on the right. The second row is labeled 'x1', 'x2', and 'x3' on the right. The third row is labeled 'u3' on the right. The first row and column are highlighted in light blue. The cell at the intersection of the first row and first column contains the value '0'. The cell at the intersection of the second row and first column contains the value '25'. The cell at the intersection of the third row and first column contains the value '0'. The rest of the grid is empty.

| | | | | | | | | | | |
|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| | 0 | | | | | | | | | u1 |
| | | | | | | | | | | x1 |
| | | | | | | | | | | x2 |
| | | | | | | | | | | x3 |
| | | | | | | | | | | u3 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| v1 | 25 | | | | | | | | | v3 |

El problema de los negativos

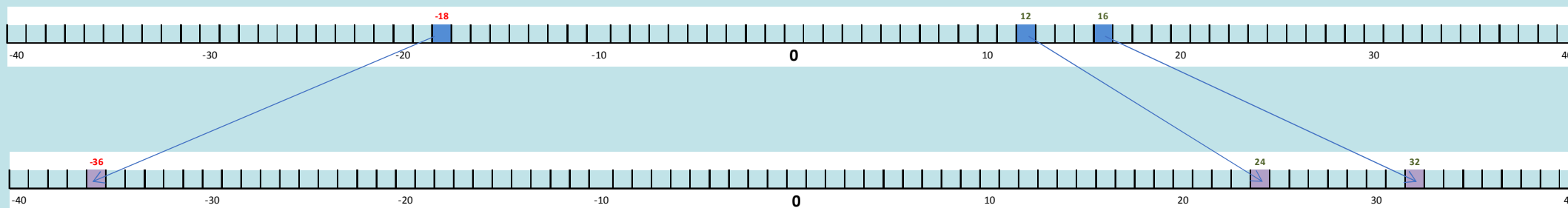
- Efecto "acordeón"

| | | | | |
|----------|----|-----|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 10 | 20 | 30 | 60 |
| | 12 | -18 | 16 | 10 |
| | 8 | 9 | 6 | 23 |
| | 4 | 23 | 11 | 38 |
| Σ | 34 | 52 | 63 | 30 |
| v | 20 | 30 | 40 | |

| | | |
|----------|-----|--|
| | 12 | |
| | -18 | |
| | 16 | |
| Σ | 10 | |
| target | 20 | |

factor 2

| | |
|----------|-----|
| | 24 |
| | -36 |
| | 32 |
| Σ | 20 |
| target | 20 |



Limitaciones del RAS con negativos

Desde que aparentemente nada ocurra, hasta que como consecuencia de un efecto acordeón biproportional surja:

- Inestabilidad en las estructuras resultantes
- Dificultades en convergencia
- Infactibilidad por inestabilidad (no preservación del signo, estructuradas disparatadas...) y no convergencia.

Algunos ejemplos

| | | | | |
|----------|----|----|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 10 | 20 | 30 | 60 |
| | 12 | -2 | 16 | 26 |
| | 8 | 9 | 6 | 23 |
| | 4 | 23 | 11 | 38 |
| Σ | 34 | 50 | 63 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

| | | | | |
|----------|----|----|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 10 | 20 | 30 | 60 |
| | 12 | -6 | 16 | 22 |
| | 8 | 9 | 6 | 23 |
| | 4 | 23 | 11 | 38 |
| Σ | 34 | 46 | 63 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

| | | | | |
|----------|----|-----|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 10 | 20 | 30 | 60 |
| | 12 | -12 | 16 | 16 |
| | 8 | 9 | 6 | 23 |
| | 4 | 23 | 11 | 38 |
| Σ | 34 | 40 | 63 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

| | | | | |
|----------|----|-----|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 10 | 20 | 30 | 60 |
| | 12 | -26 | 16 | 2 |
| | 8 | 9 | 6 | 23 |
| | 4 | 23 | 11 | 38 |
| Σ | 34 | 26 | 63 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 10 iteraciones

| | | | | |
|----------|-------|--------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 2.053 | 4.579 | 8.368 | 15 |
| | 7.618 | -1.416 | 13.798 | 20 |
| | 7.638 | 9.581 | 7.781 | 25 |
| | 2.691 | 17.255 | 10.053 | 30 |
| Σ | 20 | 30 | 40 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 10 iteraciones

| | | | | |
|----------|--------|--------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 1.713 | 6.134 | 7.153 | 15 |
| | 10.202 | -9.131 | 18.929 | 20 |
| | 6.162 | 12.408 | 6.430 | 25 |
| | 1.984 | 20.423 | 7.593 | 30 |
| Σ | 20.06 | 29.83 | 40.11 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 10 iteraciones

| | | | | |
|----------|--------|--------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 3.778 | 0.911 | 10.311 | 15 |
| | 9.558 | -1.153 | 11.595 | 20 |
| | 13.751 | 1.866 | 9.383 | 25 |
| | 7.150 | 4.960 | 17.889 | 30 |
| Σ | 34.24 | 6.58 | 49.18 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 10 iteraciones

| | | | | |
|----------|--------|--------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 2.750 | 2.065 | 10.185 | 15 |
| | 10.915 | -8.878 | 17.963 | 20 |
| | 10.647 | 4.497 | 9.856 | 25 |
| | 4.578 | 9.882 | 15.540 | 30 |
| Σ | 28.89 | 7.57 | 53.54 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 50 iteraciones

| | | | | |
|----------|--------|---------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 1.648 | 6.441 | 6.911 | 15 |
| | 10.602 | -10.355 | 19.754 | 20 |
| | 5.888 | 12.940 | 6.171 | 25 |
| | 1.866 | 20.962 | 7.172 | 30 |
| Σ | 20.00 | 29.99 | 40.01 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 50 iteraciones

| | | | | |
|----------|--------|---------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 1.973 | 5.207 | 7.821 | 15 |
| | 13.867 | -18.300 | 24.433 | 20 |
| | 7.193 | 10.679 | 7.129 | 25 |
| | 2.455 | 18.626 | 8.920 | 30 |
| Σ | 25.49 | 16.21 | 48.30 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 50 iteraciones

| | | | | |
|----------|---------|--------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | -11.547 | 75.185 | -48.637 | 15 |
| | 2.015 | 14.213 | 3.772 | 20 |
| | -15.533 | 56.890 | -16.357 | 25 |
| | -2.165 | 40.523 | -8.358 | 30 |
| Σ | -27.23 | 186.81 | -69.58 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 200 iteraciones

| | | | | |
|----------|--------|---------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 4.401 | 5.957 | 4.642 | 15 |
| | 25.254 | -17.090 | 11.836 | 20 |
| | 12.346 | 9.399 | 3.255 | 25 |
| | 5.121 | 19.928 | 4.951 | 30 |
| Σ | 47.12 | 18.19 | 24.68 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Tras 200 iteraciones

| | | | | |
|----------|----------|---------|----------|-----|
| | | | Σ | u |
| | 4.201 | -7.720 | 18.519 | 15 |
| | 4.040 | 8.044 | 7.916 | 20 |
| | 23.399 | -24.190 | 25.790 | 25 |
| | -123.769 | 653.963 | -500.194 | 30 |
| Σ | -92.13 | 630.10 | -447.97 | |
| v | 20 | 30 | 40 | |

Generalizaciones del RAS para tratar con negativos

- Günlük-Senesen y Bates (1988)
- Junius y Oosterhaven (2003)
- Huang, Kobayashi y Tanji (2008)

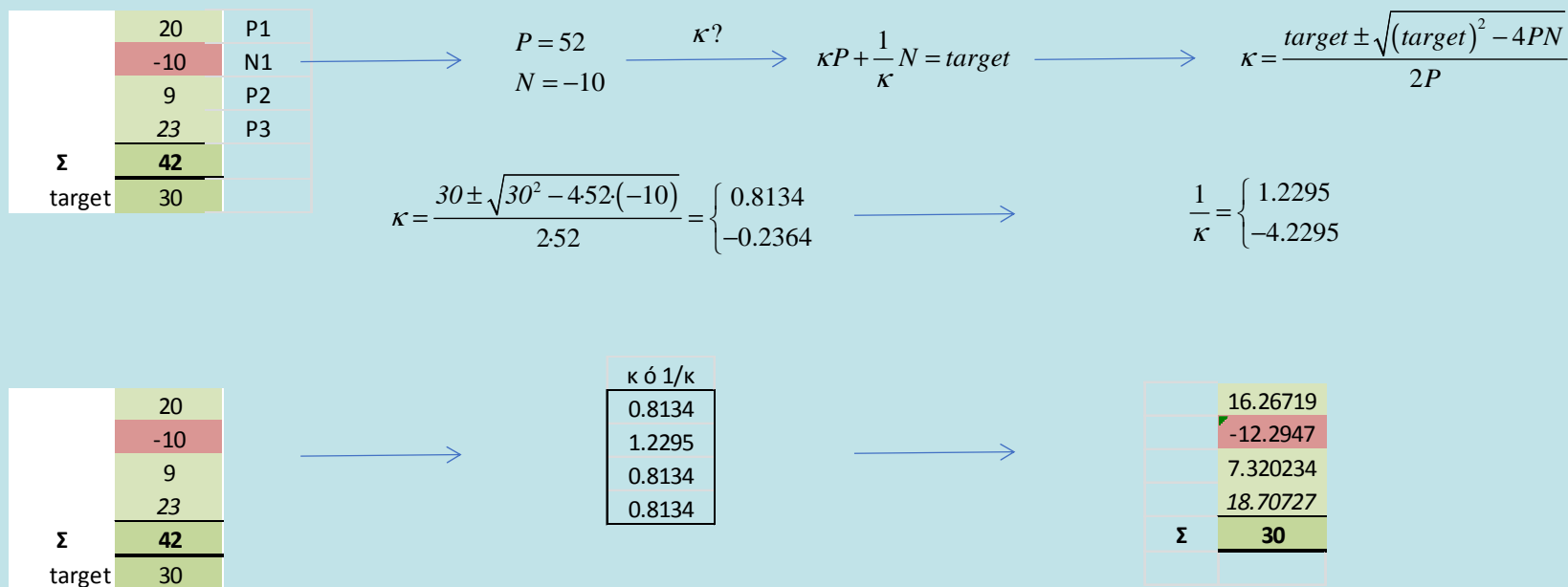
Método GRAS

$$\min \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m |a_{ij}| \left[\frac{x_{ij}}{a_{ij}} \left(-1 + \ln \frac{x_{ij}}{a_{ij}} \right) + 1 \right]$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^k x_{ij} = v_j \quad \forall j = 1, \dots, m \quad \sum_{j=1}^m x_{ij} = u_i \quad \forall i = 1, \dots, k$$

El GRAS en breve



Limitaciones del GRAS:

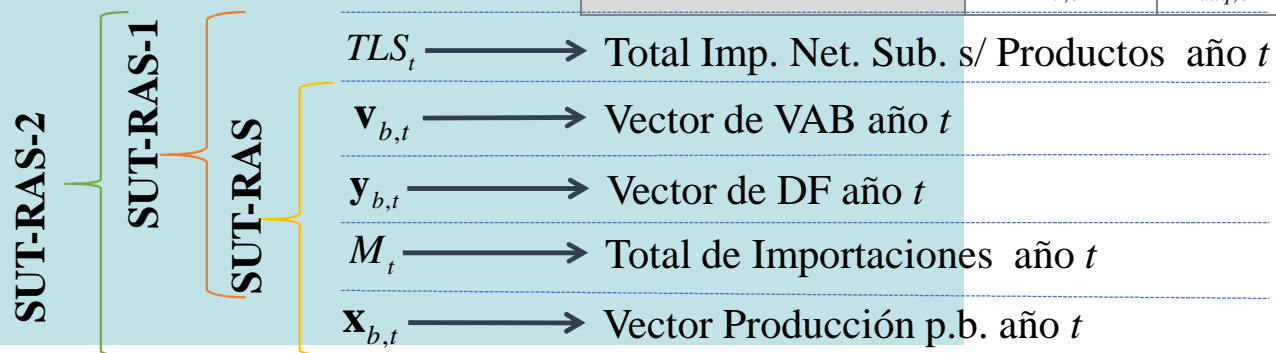
- Además de todas las limitaciones propias del RAS
- Conocimiento completo previo de los totales por filas y por columnas (lo cuál no nos permite usarlo para obtener tablas de origen y de destino)
- Requiere preservación del signo en los totales (problema abierto y sin solución por el momento)

SUT-RAS

- Método alternativo para estimar tablas de Origen y Destino de manera integrada
- Temurshoev y Timmer (2011)
- Valderas-Jaramillo (2015)
 - Flexibilidad y adaptabilidad del método a información disponible y criterios de contabilidad nacional
 - SUT-RAS-1 (sin producción p.b. por ramas disponible y tratamiento explícito de los INSP)
 - SUT-RAS-2 (con producción p.b. por ramas disponible y tratamiento explícito de los INSP)

Marco de trabajo

| | <i>Productos interiores</i> (p^d) | <i>Ramas</i> (r) | <i>Demanda Final</i> (f) | Σ |
|---------------------------------------|--|---|---------------------------------|--|
| <i>Productos interiores</i> (p^d) | | $\mathbf{U}_{b,0}^d$ | $\mathbf{Y}_{b,0}^d$ | $\mathbf{q}_{b,0} - \mathbf{m}_0$ |
| <i>Productos importados</i> (p^m) | | $\mathbf{U}_{b,0}^m$ | $\mathbf{Y}_{b,0}^m$ | \mathbf{m}_0 |
| <i>INSP</i> (tls) | | $\mathbf{t}'_0 = \begin{pmatrix} \mathbf{t}_0^{DI'} & \mathbf{t}_0^{DF'} \end{pmatrix}$ | | $\mathbf{t}'_0 \cdot \mathbf{t} = TLS_0$ |
| <i>Ramas</i> (r) | $\mathbf{V}_{b,0}$ | | | $\mathbf{V}_{b,0} \cdot \mathbf{t} = \mathbf{x}_{b,0}$ |
| <i>Importaciones</i> (m) | \mathbf{m}'_0 | | | $\mathbf{m}'_0 \cdot \mathbf{t} = M_0$ |
| Σ | $\mathbf{q}'_{b,0}$ | $\mathbf{u}_{adq,0} = \mathbf{x}'_{b,0} - \mathbf{v}'_{b,0}$ | | $\mathbf{y}'_{adq,0}$ |



SUT-RAS-1 y SUT-RAS-2 frente a SUT-RAS

SUT-RAS -2

$$\min_{x_{ij}} \sum_i \sum_j |a_{ij}| \left(x_{ij} \cdot \ln \left(\frac{x_{ij}}{e} \right) + 1 \right)$$

s.a.

$$(\mathbf{U}_{b,t}^d \cdot \mathbf{1} + \mathbf{Y}_{b,t}^d \cdot \mathbf{1}) - \mathbf{V}_{b,t}' \cdot \mathbf{1} = 0$$

$$(\mathbf{U}_{b,t}^m \cdot \mathbf{1} + \mathbf{Y}_{b,t}^m \cdot \mathbf{1}) - \mathbf{m}_t = 0$$

$$\mathbf{Y}_{b,t}^{d'} \cdot \mathbf{1} + \mathbf{Y}_{b,t}^{m'} \cdot \mathbf{1} + tls_t = \mathbf{y}_{adq,t}$$

$$\mathbf{m}_t' \cdot \mathbf{1} = M_t$$

$$\mathbf{U}_{b,t}^{d'} \cdot \mathbf{1} + \mathbf{U}_{b,t}^{m'} \cdot \mathbf{1} + tls_t = \mathbf{x}_{b,t} - \mathbf{v}_{b,t}$$

$$\mathbf{V}_{b,t} \cdot \mathbf{1} = \mathbf{x}_{b,t}$$

$$\mathbf{t}_t^{DI'} \cdot \mathbf{1} + \mathbf{t}_t^{DF'} \cdot \mathbf{1} = tls_t$$

SUT-RAS-1

$$\min_{x_{ij}} \sum_i \sum_j |a_{ij}| \left(x_{ij} \cdot \ln \left(\frac{x_{ij}}{e} \right) + 1 \right)$$

s.a.

$$(\mathbf{U}_{b,t}^d \cdot \mathbf{1} + \mathbf{Y}_{b,t}^d \cdot \mathbf{1}) - \mathbf{V}_{b,t}' \cdot \mathbf{1} = 0$$

$$(\mathbf{U}_{b,t}^m \cdot \mathbf{1} + \mathbf{Y}_{b,t}^m \cdot \mathbf{1}) - \mathbf{m}_t = 0$$

$$\mathbf{Y}_{b,t}^{d'} \cdot \mathbf{1} + \mathbf{Y}_{b,t}^{m'} \cdot \mathbf{1} + tls_t = \mathbf{y}_{adq,t}$$

$$\mathbf{m}_t' \cdot \mathbf{1} = M_t$$

$$\mathbf{U}_{b,t}^{d'} \cdot \mathbf{1} + \mathbf{U}_{b,t}^{m'} \cdot \mathbf{1} + tls_t = \mathbf{V}_{b,t} \cdot \mathbf{1} - \mathbf{v}_{b,t}$$

$$\mathbf{t}_t^{DI'} \cdot \mathbf{1} + \mathbf{t}_t^{DF'} \cdot \mathbf{1}$$

$$= tls_t$$

Empleo en la simétrica de Andalucía 2011

- Proyección de tablas de origen y destino de 2010 a 2011 por medio del SUT-RAS-2
- Aplicación del Método B (Tecnología de Rama) para la construcción de tablas Input-Output simétricas 2010 y 2011
- Obtención de tasas de crecimiento para ramas homogéneas y extrapolación de información exógena necesaria
- Aplicación del SUT-RAS-2 a la simétrica 2010 con la información obtenida en paso anterior
 - *Empleo del SUT-RAS para proyección de tablas simétricas*

Unas reflexiones abiertas

- Otras aplicaciones de estos métodos
 - Regionalización
 - Cuadre (balancing)
 - Construcción de matrices puente
- Directos vs Indirectos ¿Sustitutivos o complementarios?
 - La labor investigadora frente a la labor productora de un Instituto de Estadística Oficial
 - El empleo de métodos indirectos
 - Aplicabilidad y análisis



Muchas gracias

Preguntas?

Para contactar conmigo

Juan-Manuel.Valderas-Jaramillo@ec.europa.eu