UNIÓN DE NACIONES SURAMERICANAS

# Matriz Insumo – Producto Sudamericana

## MATRIZ INVERSA O INVERSA DE LEONTIEF

OCTUBRE 2015

# CONTENIDO


- Antecedentes
- Matriz insumo producto
- Matriz inversa de Leontief
- Matriz Insumo Producto Internacional
- Metodología
  - Utilización a precios básicos
  - Insumo producto individual
  - Insumo producto sudamericana
  - Inversa de Leontief
- Resultados
- Simulador

# Antecedentes

El análisis insumo producto es usualmente empleado en estudios nacionales, sin embargo, su alcance puede reducirse a zonas más pequeñas como provincias o ampliarse a grupos de países.

El modelo insumo producto planteado investiga a los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador y Perú; utilizando como referencia el año 2007

Este modelo permite conocer las interrelaciones productivas y la forma en que se complementan las actividades económicas.

A lo largo de esta investigación se ha seguido un proceso de homologación de información

Elementos básicos:

- Utilización a precios básicos
- Matrices Insumo Producto
- Inversa de Leontief

# Matriz insumo producto

Cuando se utilizan métodos matemáticos, para compilar las matrices insumo producto a partir de las tablas oferta utilización, la construcción de una MIP puede basarse en uno de los siguientes métodos:

# Matriz inversa de Leontief

$$AX + Y = X$$

Donde:

A: matriz de coeficientes de insumo – producto

X: vector de producción

Y: vector de demanda final neta

Despejando $X$ se tiene:

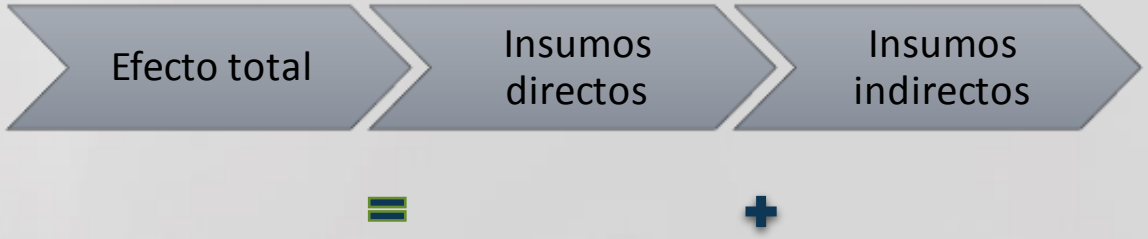
$$X - AX = Y$$

$$(I - A)X = Y$$

$$X = Y * (I - A)^{-1}$$

En donde, $I$ es la matriz identidad y $(I - A)^{-1}$ es la inversa de Leontief.

**Inversa de Leontief**




| | Aumento inicial de la demanda final neta | Insumo directo | Insumos indirectos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ronda 1 | Ronda 2 | Ronda 3 | Ronda 4 | … | Ronda n |
| **Fórmula** | F | AF | $A(AF)=A^2F$ | $A(A^2F)=A^3F$ | $A(A^3F)=A^4F$ | … | $A(A^{n-1}F)=A^nF$ |

# Matriz Insumo Producto Internacional

**Ecuación insumo producto**

$$X = (I - A)^{-1}Y$$

$$X = \begin{bmatrix} x^A \\ x^B \\ x^C \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} A^{A,A} & A^{A,B} & A^{A,C} \\ A^{B,A} & A^{B,B} & A^{B,C} \\ A^{C,A} & A^{C,B} & A^{C,C} \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{bmatrix} L^{A,A} & L^{A,B} & L^{A,C} \\ L^{B,A} & L^{B,B} & L^{B,C} \\ L^{C,A} & L^{C,B} & L^{C,C} \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} y^A \\ y^B \\ y^C \end{bmatrix}$$

Ahora las matrices son bloques de matrices con información de cada país.

**Matriz de producción – MIP regional**

$$X = \begin{bmatrix} x^A \\ x^B \\ x^C \end{bmatrix}$$

| | | Producción | |
|---|---|---|---|
| País A | Industria 1 | | $x^A$ |
| | Industria 2 | | |
| | Industria 3 | | |
| País B | Industria 1 | | $x^B$ |
| | Industria 2 | | |
| | Industria 3 | | |
| País C | Industria 1 | | $x^C$ |
| | Industria 2 | | |
| | Industria 3 | | |

MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Matriz Insumo Producto Internacional

| | | Consumos intermedios | | | | | | | | | Consumo final | | | | | | | | | | | | | Producto |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | País A | | | País B | | | País C | | | Consumo de hogares | | | Consumo de gobierno | | | FBKF | | | Variación de existencias | | | Exportaciones RDM | |
| | Industrias / Industrias | Industria 1 | Industria 2 | Industria 3 | Industria 1 | Industria 2 | Industria 3 | Industria 1 | Industria 2 | Industria 3 | País A | País B | País C | País A | País B | País C | País A | País B | País C | País A | País B | País C | | |
| País A | Industria 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| País B | Industria 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| País C | Industria 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resto del mundo | Industria 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Industria 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor agregado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Producto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

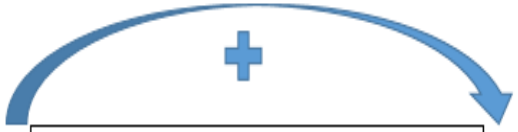
MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Proceso Metodológico

MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Metodología - Utilización a precios básicos

## Utilización a precios básicos y utilización a precios de comprador



| | Utilización total Precios básicos | Impuestos netos | Aranceles | Márgenes comerciales y de transporte | Utilización total Precios de comprador |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Ajustes de valoración (componente impositivo) | | | |
| Componente Nacional | Producción = utilización doméstica a precios básicos | | | | Utilización doméstica a precios de comprador |
| | Producto 1 | Impuestos-D-1 | - | Márgenes-D-1 | Producto 1 |
| | Producto 2 | Impuestos-D-2 | - | Márgenes-D-2 | Producto 2 |
| | Producto 3 | Impuestos-D-3 | - | Márgenes-D-3 | Producto 3 |
| Componente Importado | Importación = utilización | | | | Utilización importada a precios de comprador |
| | Producto 1 | Impuestos-M-1 | Aranceles 1 | Márgenes-M-1 | Producto 1 |
| | Producto 2 | ImpuestoS-M-2 | Aranceles 2 | Márgenes-M-2 | Producto 2 |
| | Producto 3 | Impuestos-M-3 | Aranceles 3 | Márgenes-M-3 | Producto 3 |

## Matriz de utilizaciones a precios básicos

**Utilización a precios de comprador**

menos

Distribución IVA

menos

Distribución impuestos netos

menos

Distribución de derechos de importación

menos

Distribución márgenes de comercio y márgenes de transporte

=

**Utilización a precios básicos**

Ver TOUs homologadas a precios básicos

MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Metodología - Insumo producto individual

Los insumos fundamentales para construir una matriz insumo producto son:

- Matriz de Oferta a precios básicos
- Matriz de Utilización doméstica a precios básicos
- Matriz de Utilización importada a precios básicos

**Procedimiento:**

1 $D = (diag(q))^{-1} * V$

2 $Xd = D'U_d$

3 $Xm = D'U_m$

Donde

- $q$ es el vector de producción de cada producto, mientras $diag(q)$ es una matriz cuadrada con elementos (i,i) igual a la producción del producto i y elementos (i,j) igual a cero, para todo i≠j.
- $V$ es la matriz de oferta
- $D$ es la matriz de participación del mercado de cada industria para cada producto
- $U_d$ es la matriz de consumos intermedios de utilización doméstica
- $X_d$ es la matriz de coeficientes domésticos de la MIP
- $U_m$ es la matriz de consumos intermedios de utilización importada
- $X_m$ es la matriz de coeficientes importados de la MIP

Ver MIPs individuales

MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Metodología - Insumo producto sudamericana

El primero paso para construir una matriz regional a partir de un set de MIPs individuales, es identificar para cada país los niveles de intercambio comercial que mantiene con sus socios de la región

El insumo de los flujos comerciales fue construido a partir de la información de la base de estadísticas de comercio internacional de las Naciones Unidas (Comtrade)

Participaciones en importaciones y exportaciones de cada industria para cada país con el resto de los socios de la región y el resto del mundo.

MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Metodología - Insumo producto sudamericana

**Estructura de MIP abierta según origen de importaciones**

| | | |
|---|---|---|
| Consumo Intermedio Doméstico | Dd Final Doméstica | Producción Industrial |
| Consumo Intermedio Importado Socio 1 | Dd Final Importada Socio 1 | |
| Consumo Intermedio Importado Socio 2 | Dd Final Importada Socio 2 | |
| . | . | |
| . | . | |
| . | . | |
| Consumo Intermedio Importado Socio 6 | Dd Final Importada Socio 6 | |
| Consumo Intermedio Importado del Resto del Mundo | Dd Final Importada del Resto del Mundo | |
| Valor Agregado e Impuestos | | |
| Producción Industrial | | |

Este proceso se realizó para los 7 países parte de este estudio de modo que cada uno cuenta con una matriz donde se sabe por cada industria local la intensidad de insumos utilizados que provienen de los otros seis países de la región considerados y del resto del mundo.

MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Metodología - Insumo producto sudamericana

Con las siete MIP abiertas por consumo doméstico y al consumo importado abierto por cada socio puede ensamblarse la matriz sudamericana.

El primer paso es fusionar cada una de las MIPs individuales

Este ensamblaje presenta diferencias

Estas diferencias parten del hecho que las estadísticas de comercio no son exactas entre los socios.

Para solventar estas diferencias se realizó un ajuste mediante el algoritmo de RAS

Aún hay diferencias, pero en términos relativos no superan el 1%.

Finalmente se tiene una matriz con dimensiones 168x147 en su sección de consumo intermedio.

Ver MIP sudamericana

# Metodología - Inversa de Leontief

Una vez construida la MIP regional, puede utilizarse para estimar las otras matrices asociadas que permiten posteriormente construir simulaciones y análisis más profundos.

De este modo, se utilizará a la sección de la MIP regional con dimensiones 147 x 147 como el bloque de consumos intermedios domésticos (domésticos desde un punto de vista regional). A este bloque se lo identificará como $A_d$ en la notación usual de la literatura de matrices insumo producto. Dado esto, puede estimarse la matriz inversa de Leontief como:

$$L = (I - A_d)^{-1}$$

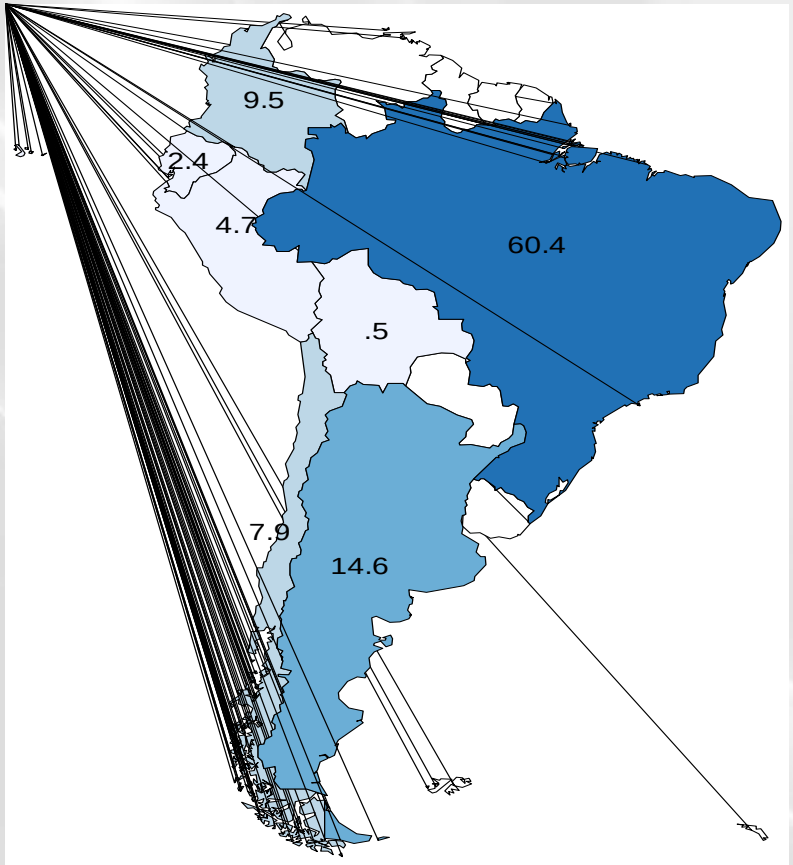
Esta matriz se convierte en el centro del simulador y es la que permitirá realizar simulaciones de cambios a partir de cambios simulados en la demanda final.

Ver inversa de Leontief

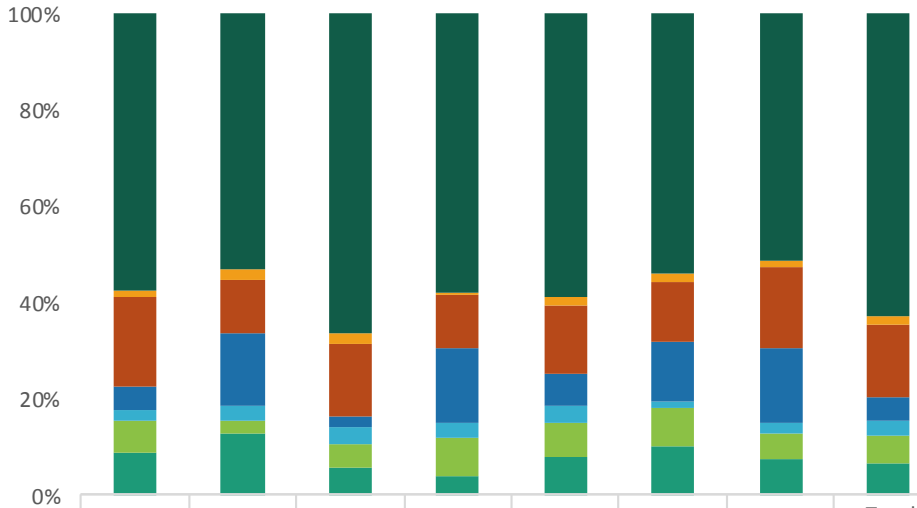
MATRIZ INSUMO PRODUCTO SUDAMERICANA

# Resultados

## *Participación del Valor Agregado*




## *Participación del Valor agregado por industria*




| | ARG | BOL | BRA | CHL | COL | ECU | PER | Total Región |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Servicios | 58% | 53% | 67% | 58% | 59% | 54% | 52% | 63% |
| Refinados de Petróleo | 1% | 2% | 2% | 0% | 2% | 2% | 1% | 2% |
| Manufacturas | 18% | 11% | 15% | 11% | 14% | 13% | 17% | 15% |
| Extracción | 5% | 15% | 2% | 15% | 7% | 12% | 16% | 5% |
| Electricidad, gas, agua y reciclaje | 2% | 3% | 4% | 3% | 4% | 1% | 2% | 3% |
| Construcción | 7% | 3% | 5% | 8% | 7% | 8% | 6% | 6% |
| Agrícola, silvicultura, caza, ganadería y pesca | 9% | 13% | 6% | 4% | 8% | 10% | 7% | 6% |

# Resultados

## Promedio encadenamientos regionales hacia adelante y hacia atrás normalizados

| | Promedio encadenamientos productivos regionales hacia adelante normalizados | Promedio encadenamientos productivos regionales hacia atrás normalizados | Rol en la región |
|---|---|---|---|
| ARG | 1.0002 | 1.0390 | Clave |
| BOL | 0.9971 | 0.8951 | Independiente |
| BRA | 1.0573 | 1.1943 | Clave |
| CHL | 1.0509 | 0.9987 | Base |
| COL | 0.9462 | 0.9630 | Independiente |
| ECU | 0.9578 | 0.9314 | Independiente |
| PER | 0.9905 | 0.9785 | Independiente |

Los encadenamientos hacia atrás analizan como incrementará la demanda en las industrias que proveen de insumos a la industria $i$, cuando ésta incrementa su nivel de producción. Si el encadenamiento hacia atrás de una industria $i$ es más grande que la de la industria $j$, entonces un incremento de su producción beneficia más a la economía, porque implicaría un mayor aumento de la producción a nivel general.

Por otro lado, los encadenamientos hacia adelante determinan que tan necesario es la industria $i$ como proveedora de insumos en los procesos productivos de otras industrias.

# Resultados

## Complementariedad productiva país a país

| País | ARG | BOL | BRA | CHL | COL | ECU | PER |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Argentina | 87.8% | 3.3% | 0.8% | 2.2% | 0.3% | 0.7% | 0.7% |
| Bolivia | 0.1% | 77.1% | 0.1% | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.1% |
| Brasil | 3.3% | 4.1% | 90.1% | 2.2% | 0.9% | 0.9% | 1.3% |
| Chile | 0.2% | 1.3% | 0.3% | 76.2% | 0.3% | 0.9% | 1.0% |
| Colombia | 0.0% | 0.5% | 0.0% | 0.6% | 85.6% | 1.8% | 0.8% |
| Ecuador | 0.0% | 0.1% | 0.0% | 0.5% | 0.3% | 79.9% | 1.7% |
| Perú | 0.0% | 1.4% | 0.1% | 1.2% | 0.3% | 0.7% | 82.9% |
| Sudamérica | 3.8% | 10.7% | 1.4% | 6.8% | 2.2% | 5.1% | 5.6% |
| Resto del mundo | 8.4% | 12.2% | 8.6% | 17.1% | 12.3% | 15.0% | 11.5% |
| Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

Por ejemplo: de Argentina se puede decir que el 87.8% de los insumos requeridos los obtiene de su propia economía, el 3.8% de los países de la región y el 8.4% del resto del mundo.

# Resultados

## Estructura del origen de insumos de la industria ecuatoriana del metal

| País | Insumos industria del metal |
|---|---|
| ARG | 2.4% |
| BOL | 0.0% |
| BRA | 7.6% |
| CHL | 2.0% |
| COL | 3.7% |
| ECU | 47.7% |
| PER | 2.4% |
| RDM | 34.2% |
| Total | 100.0% |

Al igual que se estudia la complementariedad entre los países, a partir de la matriz insumo producto sudamericana se puede analizar industrias específicas de cada país, por ejemplo, la industria ecuatoriana del metal, en donde los insumos requeridos provienen un 47.7% del propio país (Ecuador), 18.1% de los países de la región y 34.2% del resto del mundo

# Simulador

Los insumos necesarios para el simulador son:

- Matriz Inversa de Leontief

$$L = (I - A_d)^{-1}$$

- Matriz de encadenamientos de valor agregado

$$L_m = L * diag(X_m)$$

- Matriz de encadenamientos de importaciones

$$L_{va} = L * diag(va)$$

Es importante también recordar $Y$ como el vector de demanda final total. Esto es, en $Y$ debe sumarse el consumo de los hogares, la formación bruta de capital fijo, el gasto del gobierno, la variación de existencias y las exportaciones al resto del mundo de los siete países considerados.

VER SIMULADOR