

Análisis económico, social y ambiental de la matriz productiva de la provincia de Córdoba. Una ventana al papel del sector transporte.

Economic, social and environmental analysis Córdoba state's productive matrix. A window transport sector role.

Vanoli Faustinelli Lucas Gabriel¹; Vanoli Gustavo Daniel²; Longo Julieta¹; Movsesian Lucía¹; Flachek Santiago¹; Alanís Eugenia¹.

¹ Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo en Ciencias del Ambiente (CIADE-CdA), Universidad Blas Pascal. Donato Álvarez 380, Córdoba, Argentina. (0351) 4144444 int. 3420. * lucas.vanoli@gmail.com

²Cátedra Transporte II. Facultad de Ciencias exactas, físicas y naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

Vanoli Faustinelli L. G.; Vanoli G. D.; Longo J.; Movsesian L.; Flachek S.; Alanís E.(2021). Análisis económico, social y ambiental de la matriz productiva de la provincia de Córdoba. Una ventana al papel del sector transporte. *Revista Estudios Ambientales*, 9(2), 71-92.

Recibido: 6 de octubre de 2021

Aceptado: 20 de noviembre de 2021

Publicado: 30 de diciembre de 2021

RESUMEN

Las herramientas para evaluar integralmente la sostenibilidad de un territorio desde todas las perspectivas (económica, social y ambiental) son bastante acotadas, y cuando no, inexistentes. En este trabajo se buscó resolver este problema a través de una herramienta poco utilizada para este fin en Latinoamérica: la Matriz Insumo Producto (MIP).

Partiendo de la MIP de Córdoba elaborada por la Dirección General de Estadísticas y Censos (2003), se actualizó al año 2015 y se amplió con la información ambiental-emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) y huella hídrica- y social -empleo-, obteniendo la primera MIP ampliada de la provincia de Córdoba que resume las interacciones entre los diferentes sectores económicos y sus principales impactos ambientales y sociales. Se realizó un análisis del sector transporte con la finalidad de analizar la utilidad de la metodología con mayor desagregación sectorial y estudiar su viabilidad con los datos existentes. El sector transporte representa uno de los sectores clave en el análisis de la huella de carbono debido a su contribución relativa, fundamentalmente para futuras discusiones sobre la matriz de movilidad y transporte regional.

A partir de la hipótesis de que los modelos Input Output son una herramienta de diagnóstico, modelado y control ex-post de políticas públicas valiosa y necesaria para el desarrollo sostenible, el objetivo del trabajo fue aplicar la metodología de análisis integral de la matriz productiva de Córdoba, analizar su eficacia ante la apertura sectorial y evaluar su utilidad general como diagnóstico integral de la matriz productiva regional.

Palabras Clave: Matriz insumo producto; impacto territorial; triple impacto; economía ambiental; modelo Leontief

ABSTRACT

Integrally assess tools for territorial sustainability since all perspectives (economic, social and environmental) are quite limited, if not nonexistent. This work sought to solve this problem through a tool little used for this purpose in Latin America: the Input-Output Matrix (IOM).

Based on the OIM of Córdoba prepared by the Directorate General of Statistics and Censuses (2003), it was updated to 2015 and expanded with environmental information-Greenhouse Gas (GHG) emissions and water footprint- and social -employment-obtaining

the first expanded IOM in the province of Córdoba that summarizes the interactions between the different economic sectors and their main environmental and social impacts. An opening was made in the transport sector in order to analyze the usefulness of the methodology with greater sector disaggregation and study its viability with the existing data. The transport sector represents one of the key sectors in the analysis of the carbon footprint, fundamentally for future discussions on the regional mobility and transport matrix.

Starting from the hypothesis that the Input Output models are a valuable and necessary tool for diagnosis, modeling and ex-post control of public policies for sustainable development, the objective of this work was to apply the methodology of integral analysis of the productive matrix of Córdoba, analyze its effectiveness before the sectorial opening and evaluate its general utility as a comprehensive diagnosis of the regional productive matrix.

Key Words: Input-output matrix - territorial impact - triple impact - environmental economics - Leontief model

INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico regional hace referencia a la capacidad de crear riqueza con el fin de promover y mantener el bienestar económico de sus habitantes. Es el resultado de una compleja combinación de factores que condiciona el presente de las regiones. La variable principal que se utiliza para medirlo es el Producto Bruto (PB), al cual se lo denomina como Interno (PBI) o Geográfico (PGB) según se trate de un país o una región. Este último, para el caso de la provincia de Córdoba, refleja el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por la economía en un periodo de tiempo.

Otro aspecto importante en el desarrollo económico es la capacidad de las economías para crear empleo. En esta línea, la tasa de desocupación en el Gran Córdoba se ubicó en 14,80p.p.¹ para el primer trimestre de 2021 (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2021).

Si bien la evolución de las variables de renta y empleo es fundamental para la evaluación del crecimiento económico, la consideración de los impactos ambientales derivados de las actividades económicas resulta vital en el camino hacia un desarrollo sostenible.

¹ Puntos porcentuales

En un contexto de cambio climático, se entiende como tal a un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (ONU, 1992).

El Acuerdo de París (ONU, 2015) muestra una visión más economicista de la problemática del cambio climático, resaltando la responsabilidad compartida pero diferenciada entre los países desarrollados y en desarrollo.

En el presente trabajo se integran las perspectivas del impacto del sector transporte en el entorno, a través de una metodología que permite visualizar el impacto directo e inducido en la economía regional, en la generación de empleo, la huella hídrica y en las emisiones de GEIs. Ello permite evaluar el papel de los distintos sectores económicos desde una triple perspectiva (económica, social y ambiental), identificando aquellas ramas que contribuyen a la sostenibilidad, en una triada conceptualizada como “Triple Impacto”.

La metodología input-output (insumo-producto), es especialmente apropiada a tal fin ya que describe la tecnología de cada sector a través de matrices de coeficientes técnicos, y asume la interdependencia de los distintos sectores como aspecto fundamental de la economía y el territorio.

En Europa, esta metodología es ampliamente utilizada para evaluar el desempeño de la economía en términos de: sectores clave, valor agregado, exportaciones, huella hídrica, empleo, emisiones, etc. ((Duarte, Sánchez-Chóliz, & Bielsa, 2002), (Alcántara, 2007), (Navarro Gálvez F. , 2012), (Díaz Mendoza, 2020), entre otros).

En Latinoamérica, los estudios resultan más limitados, posiblemente por la falta de datos. En los últimos años CEPAL (NU CEPAL, 2016), (NU CEPAL, 2019) viene impulsando la metodología insumo producto en dos sentidos: la mejora en la producción oficial de datos (en cantidad, calidad y periodicidad); y la aplicación de herramientas que den sentido práctico a los datos. La producción de MIPs nacionales se ha generalizado en todos los países, se observa ahora el desafío de la ampliación de las tablas a cuestiones ambientales, así como la necesidad de producir más matrices sub-nacionales. En particular destacan algunos avances como en Chile (Accorsi, López, & Sturla, 2018), (López Vega, Accorsi, & Sturla, 2016) y (Gallardo & Mardones, 2013)), Colombia (Hernández, 2021), Brasil y Argentina (Ruiz Nápoles, 2014), entre otros.

En el ámbito latinoamericano, Gallardo y Mardones (2013), construyeron una MIP y una matriz de contabilidad social ambiental con 38 sectores de la economía. De éstos identifican

los nueve más contaminantes: transporte de pasajeros, construcción, comercio y hoteles, industrias de metales básicos, electricidad, industrias de alimentos, acuicultura, pulpa de papel y cobre. López Vega, et al. (2016) construyeron una MIP de 12 sectores, con el fin de utilizar una serie de emisiones sectoriales compatible con el Balance Nacional Energético; encuentran que los sectores de industria y transporte son los que más emiten. Se observa cómo la limitación de datos obliga a no tener desagregación de sectores, haciendo imposible tener más detalles específicos.

Observando lo que sucede en otros países, se destaca que los sectores que concentran la mayoría de las emisiones son agricultura y ganadería, electricidad y transporte. En el plano local (Argentina) destaca un trabajo de Ruiz Nápoles (2014) quien identifica los más contaminantes para Argentina y Brasil mediante MIPs.

METODOLOGÍA

La MIP describe el flujo de bienes y servicios entre los distintos sectores de la economía durante un periodo fijado de tiempo (Leontief, 1957). Actualmente, los modelos input-output se han ampliado, para dar cabida a otras variables sociales y/o ambientales. (Navarro Gálvez, 2012).

La Figura 1 muestra de manera simétrica los distintos sectores de la economía y las transacciones intersectoriales o consumos intermedios.

Sectores	1 2 ... n	Demanda final	Output Total
1	x_{11} x_{12} ... x_{1n}	d_1	OT_1
2	x_{21} x_{22} ... x_{2n}	d_2	OT_2
...
n	x_{n1} x_{n2} ... x_{nn}	d_n	OT_n
Inputs Primarios	IP_1 IP_2 ... IP_n		
Input Total	IT_1 IT_2 ... IT_n		

$$x_i = x_{i1} + \dots + x_{in} + d_i$$

$$x_j = x_{1j} + \dots + x_{nj} + IP_j$$

Figura 1. Esquema simplificado de tabla input-output.²

Fuente: (García Muñoz, 2015)

² Los subíndices i representa a un sector vendedor que le vende a un sector j .

Lo que se ha llamado Output total, indica la producción total que hay en la economía, y de cada uno de los sectores, constituido por la suma de cada fila de la matriz principal más las filas de la matriz de Demanda Final.

Esta tabla recoge también los Inputs Primarios que se requieren para la producción de cada sector o bien producido.

Por su parte, lo que se ha denominado como Input total, es un vector que indica los input totales que hay en la economía de cada uno de los sectores, formado por la suma de cada columna de la matriz principal y la correspondiente de la de input totales.

La provincia de Córdoba cuenta con una sola MIP elaborada en el año 2003 (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2003). Esto obligó a generar una nueva tabla que responda a valores de producción más actuales, tomándose el 2015 como año de análisis. Dicha actualización fue elaborada a partir de datos del Producto Geográfico Bruto (PGB³); mediante el producto entre la matriz 2003 y el vector resultante del cociente entre la diferencia de los PGB por sector de los dos años considerados (2003 y 2015).

Se agregaron los sectores de la matriz, resultando en una MIP cuadrada de veinte sectores. El único sector donde se mantuvo una desagregación mayor fue el sector transporte; inicialmente se buscó analizar el impacto del sector transporte en la economía, el empleo y el ambiente. Sin embargo, con el desarrollo del trabajo resultó más útil como elemento testigo de la limitación de los datos disponibles para la adopción de esfuerzos de desagregar en subsectores.

A partir de la información de la MIP, se pueden calcular los coeficientes técnicos de análisis IO, permitiendo así obtener la matriz inversa de Leontief. Esta matriz es un multiplicador que informa sobre cuánto tiene que aumentar la producción de toda la economía para atender a un determinado aumento de la demanda final.

Los coeficientes técnicos (a_{ij}) son los ratios obtenidos al dividir las ventas entre dos sectores (X_{ij}), por ejemplo, lo que vende un sector i a un sector j , entre los outputs totales del sector que adquiere el producto (x_j), en este caso el sector j .

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{x_j}$$

³ El PGB es el valor monetario de los bienes y servicios producidos en la economía de una región, en un año determinado. Constituye el principal indicador para medir la actividad económica y conocer su evolución a través del tiempo (Dirección General de Estadísticas y Censos, 2021).

Con estos coeficientes se obtiene la matriz de coeficientes técnicos. A partir de aquí, el output de cada sector puede expresarse en base a los coeficientes técnicos como:

[illegible]

O, en forma matricial, como

$$x = Ax + y$$

Siendo,

x : el vector de producciones,

y el vector de demandas finales, y

A: la matriz de coeficientes técnicos.

$$A = (A_{ij}) = \left(\frac{X_{ij}}{x_j} \right)$$

La ecuación de equilibrio anterior puede también expresarse como la denominada matriz inversa de Leontief.

$$x = (I - A)^{-1} v$$

Los elementos de esta matriz $L = (I-A)^{-1} = (a_{ij})$ expresan el output producido por cada sector i e incorporado de forma directa o indirecta como input en la producción del sector j , por unidad de la demanda final de dicho sector.

Un primer análisis que permite realizar la MIP es la detección de los motores de una economía. Se pretende identificar aquellos sectores que son clave para la economía bien porque su demanda final tira de la producción de otros sectores, bien porque son suministradores de inputs a otros sectores. Una primera aproximación a la determinación de

sectores clave en el marco de un modelo input-output fue establecida por Rasmussen (1956), atendiendo al doble carácter de los sectores como compradores y vendedores. Las que estudian los canales por los que la información, el material y el dinero se mueven entre una empresa y sus proveedores, es decir las relaciones hacia atrás, se denominan *backward linkages*. Las que estudian los canales de conexión entre las empresas y sus clientes, las relaciones hacia delante, se conocen como *forward linkages* (Rasmussen, 1956)(Alcántara, V, 1995).

Con el desarrollo de esta matriz inversa de Leontief $(I-A)^{-1}$ se puede ver que cada elemento de esta recoge los inputs incorporados en cada una de las sucesivas etapas del proceso productivo que se han llevado a cabo para obtener el producto final.

Así, la suma por columnas de dicha matriz para un año determinado nos proporciona el arrastre para cada sector j en un año t , o lo que es lo mismo su *backward linkage*.

$$BL_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

Este indicador proporciona información sobre la capacidad que tiene ese sector para movilizar los recursos de la economía ante un aumento unitario en su demanda final.

Por otro lado, la suma de las filas es una medida de impulso del sector i . Es decir, representa las ventas tanto directas como indirectas que realiza el sector i al resto de sectores de la economía cuando estos obtienen una unidad de demanda final.

$$FL_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Calculando la media para toda la economía y normalizando, se pueden identificar aquellos sectores que destacan por su capacidad de arrastre (BLR) o de impulso (FLR).

$$BLR_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

$$FLR_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ji}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ji}}$$

A partir de estos dos índices, al observarlos conjuntamente, se podrá establecer si el sector o sectores analizados son clave para la economía (Ramussen, 1956). Con esto se establece una clasificación de los sectores según su comportamiento respecto a las unidades de demanda final (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de sectores según su impacto en la economía.

	$FLR_i > 1$	$FLR_i < 1$
$BLR_j > 1$	Sector Clave	Sector de arrastre
$BLR_j < 1$	Sector de impulso	Sectores no relevantes

Fuente: (Duarte, Sánchez Chóliz, Sierra de la Cal, & Cazcarro Castellano, 2011)

Respecto a las emisiones de GEIs se ha escogido para este trabajo el modelo generalizado IO medioambiental, que consiste en añadir a la matriz de coeficientes técnicos definida anteriormente, una serie de filas y columnas adicionales que reflejaran las emisiones de cada sector (Alcántara, V, 1995).

Las filas estarán compuestas por la emisión generada por cada unidad de output de cada sector, en este caso CO_2eq^4 .

De este modo la matriz resultante se configura con una fila nueva correspondiente a las emisiones de cada uno de los sectores. Se obtiene así, la tercera ecuación lineal del modelo:

$$-c_1x_1 - c_2x_2 - \dots - c_nx_n + C_T = 0$$

Donde,

c_1 , es la cantidad de emisión por cada unidad producida por el sector j , y

C_T es la cantidad total de contaminación para cada actividad productiva.

⁴ CO_2eq : Dióxido de Carbono equivalente.

Con este modelo ampliado se puede estudiar tanto la emisión directa como indirecta que genera cada sector para satisfacer la demanda final de la economía. Hay que señalar que la contaminación que genera un sector al producir debe incluir también la que se ha generado con la fabricación de los distintos inputs que se han utilizado en su proceso productivo (impacto indirecto)(Navarro Gálvez, 2012).

Argentina publica un inventario de emisiones construido a partir de informes provinciales. Sin embargo, los datos están agregados en tres ramas: Energía, Agricultura y ganadería y Residuos; imposibilitando su incorporación a la MIP. Lo anterior obligó a estimar factores de emisión en base a las emisiones publicadas por EORA⁵ para la República Argentina.

En la tabla del EORA se exponen las emisiones de la Argentina discriminado en 124 sectores, los que fueron agregados en los 20 sectores de la MIP propia. A partir de este punto se calculó el cociente entre la emisión por sector dividido la producción total de dicho sector, obteniendo así un Factor de Emisión (EF) por unidad de producción aplicable a Córdoba:

$$EF_i = C_{Ti}/P_i$$

Donde,

EF_i : es el factor de emisión estimado por unidad de producto de la tabla EORA (nacional) del sector i.

C_{Ti} : es la cantidad total de emisiones de GEIs para el sector i para la tabla nacional.

P_i : es la producción total del sector i para la tabla nacional.

Finalmente se ajustaron las emisiones de EORA por los totales informados por la provincia de Córdoba.

De forma similar se aplicó con la Huella Hídrica (HH) verde, azul y gris⁶. Córdoba no tiene publicado datos de HH donde sea posible contrastar las estimaciones. De este modo, se

⁵EORA, MRIO (multi-región input-output table): base de datos de la cadena de suministro global de EORA, consta de un modelo de tabla de entrada-salida (MRIO) de varias regiones que proporciona una serie temporal de tablas de E/S(Entrada/Salida) de alta resolución con cuentas satelitales sociales y ambientales para 190 países. <http://worldmrio.com/>

⁶ HH Verde, se refiere al consumo agua de lluvia que no se convierte en escorrentía, sino que se incorpora en productos agrícolas. HH Azul, se refiere al agua evaporada, incorporada o que se extrae de una cuenca. HH Gris, se refiere a la contaminación de agua generada y representa el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar una carga de contaminantes dados las concentraciones naturales y estándares ambientales de calidad de agua.

aplicó la misma metodología que con las emisiones utilizando datos de EORA para la Argentina.

Lo mismo se planteó para el estudio del empleo (como totales absolutos por sector), utilizando en este caso datos de la provincia de Córdoba ajustados a los sectores agregados. Por lo tanto, se pudo calcular los impactos en el empleo, la HH y las emisiones de GEIs que se va a generar en la economía por cada unidad adicional de producción.

Para cuantificar este impacto es necesario calcular los coeficientes de empleo, HH y emisiones por unidad de producción. Así, el vector de empleos unitarios (l'), será un vector compuesto por el empleo por unidad de producción para cada sector de la economía (L_{nj}/x_{nj}). De forma similar se constituyen los vectores de coeficientes de huella hídrica (h') y de coeficientes de emisiones de GEIs (c').

$$l' = \left(\frac{L_1}{x_1}, \frac{L_2}{x_2}, \dots, \frac{L_n}{x_n} \right)$$

$$h' = \left(\frac{H_1}{x_1}, \frac{H_2}{x_2}, \dots, \frac{H_n}{x_n} \right)$$

$$c' = \left(\frac{C_1}{x_1}, \frac{C_2}{x_2}, \dots, \frac{C_n}{x_n} \right)$$

Al multiplicar estos coeficientes por la inversa de Leontief se obtiene la valoración de cada unidad de demanda final en términos de empleo, HH o emisiones generada, es decir, los multiplicadores unitarios. Multiplicando estos valores (se denota con $\hat{\cdot}$ la diagonalización de los vectores) por la demanda final (o los subconjuntos de la demanda final), se obtiene una matriz que contiene la valoración de la demanda final (o sus subconjuntos) en términos del factor estudiado.

$$\Omega_v = \hat{h}(I - A)^{-1}\hat{y}$$

$$\Omega_l = \hat{l}(I - A)^{-1}\hat{y}$$

$$\Omega_c = \hat{c}(I - A)^{-1}\hat{y}$$

La suma vertical (para cada j) resulta en la HH, empleo y emisiones generados por la economía en el proceso de producción de la demanda final de cada sector. La suma por filas, para cada sector i , nos devuelve los valores directos de HH, empleo y emisiones (impacto directo).

Dicho de otro modo, aplicando el modelo teórico a los datos disponibles se obtiene el vector de flujo que representa la huella hídrica, la huella de carbono y el empleo, directo e indirecto, es decir, lo que se genera en toda la economía cuando se produce la demanda final de un sector. Se refiere a impactos directos a lo que expresa la cantidad generada por cada sector, independientemente de quién consuma esta demanda final. El impacto indirecto, en cambio, representa la cantidad expresada desde la perspectiva del consumidor de la producción; es decir, los impactos que produce un sector por el consumo de producción de otros sectores. Bajo esta perspectiva, la contaminación generada por su producción directa puede ser muy baja, sin embargo, puede incorporar importantes niveles de emisión de los procesos productivos de sus proveedores, es decir, emisiones indirectas (Navarro Gálvez F. , 2012).

En la ejecución de las estimaciones y la aplicación del modelo input-output, los resultados pueden expresarse en las unidades totales correspondiente a cada elemento de análisis, o bien como porcentaje sectorial sobre el total producido por la economía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primera instancia se analizaron los sectores por su participación en la economía para la generación de riquezas, ya sea por su característica de arrastre o de impulso, o en caso de ambas situaciones, los sectores considerados clave (Tabla 2). Se observa que los sectores industrias manufactureras, suministro eléctrico e intermediación financiera, son los sectores claves según el modelo insumo-producto elaborado.

Tabla 2. Sectores motores de la economía según característica de arrastre, impulso o ambas.

Sector		BLRj		FLRi	
A. y B. AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA		0.91	-	1.27	Impulso
C MINERIA		0.91	-	0.74	-
D. INDUSTRIAS MANUFACTURERAS		1.12	Arrastre	1.97	Impulso
E. SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD,		1.05	Arrastre	1.13	Impulso
F. CONSTRUCCION		1.05	Arrastre	0.85	-
COMERCIO		0.93	-	1.01	Impulso
H. HOTELES Y RESTAURANTES		1.15	Arrastre	0.82	-
I. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	PASAJEROS FFCC AUTOMOTOR TAXI REMISE	0.91	-	0.75	-
	CARGA CAMION FFCC	1.02	Arrastre	0.93	-
	DUCTOS	1.64	Arrastre	0.73	-
	AEREO PASAJERO CARGA	1.08	Arrastre	0.73	-
	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS MANIPULACION ALMACENAMIENTO AGENCIA DE VIAJES DESPACHANTES PEAJE PLAYAS TERMINALES	0.94	-	0.91	-
I. CORREOS Y TELECOMUNICACIONES		0.92	-	1.09	Impulso
J. INTERMEDIACION FINANCIERA		1.23	Arrastre	1.03	Impulso
K. ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER		0.81	-	1.93	Impulso
L. ADMINISTRACION PUBLICA Y DEFENSA		0.90	-	0.73	-
M. ENSEÑANZA		0.90	-	0.73	-
N. SALUD		0.96	-	0.71	-
O. OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIAS, SOCIALES Y PERSONALES		0.86	-	1.23	Impulso
P SERVICIO DOMESTICO		0.70	-	0.70	-

Fuente: elaboración propia

Además, se construyó la MIP ampliada para emisiones, HH y empleo; en la Tabla 3 se presenta su resumen.

Tabla 3. Resumen matriz insumo producto ampliada, actualizada 2015 Córdoba, Argentina. Producción total en miles de pesos corrientes (actualizado al 2015 por tasa de variación PGB); emisiones de GEIs en Gg de CO_{2eq}; huella hídrica (tres corrientes) en Mm³; empleo en total de empleos anualizados.

Sector	Producción total	Emisiones GEIs	Huella Hídrica			Empleo
			Verde	Azul	Gris	
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	17 992 963.84	157.02	40051.62	1108.27	1243.06	29835
Minería	397 118.69	299.71	52.09	5.19	17.85	7500
Industrias manufactureras	33 186 532.01	560.53	1378.16	53.33	80.97	184626
Suministro de electricidad, gas y agua	1 774 333.24	5895.11	86.85	6.06	24.48	6354
Construcción	5 111 611.55	226.32	0.00	0.31	3.31	166687
Comercio	6 628 643.96	40.11	0.00	0.00	0.00	245709
Hoteles y restaurantes	2 608 640.27	81.20	0.00	1.41	15.30	58544
Transporte y almacenamiento	Pasajeros fccc automotor taxi remise	2 203 059.31	2753.74	0.00	1.21	16878
	Carga camion fccc	4 195 332.02	4475.23	0.00	1.11	32141
	Ductos	52 143.94	4369.31	0.00	8.50	399
	Aereo pasajero carga	560 084.12	3702.13	0.00	5.35	4291
	Actividades complementarias manipulacion almacenamiento agencia de viajes despachantes peaje playas terminales	778 013.94	94.99	0.00	1.87	5960
Correos y telecomunicaciones	2 825 972.57	74.28	0.00	0.00	0.00	15280
Intermediación financiera	5 314 729.54	54.63	0.00	0.00	0.00	8585
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	7 767 784.84	13.03	0.00	0.00	0.00	3658
Administración pública y defensa	2 602 628.58	29.00	0.00	0.00	0.00	89862
Enseñanza	2 166 710.27	19.20	0.00	1.20	12.94	112149
Salud	4 420 889.66	60.58	0.00	1.00	10.82	73354
Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	2 169 620.17	79.28	0.00	0.00	0.00	153730
Servicio doméstico	402 706.23	14.59	0.00	0.00	0.00	114290

Fuente: elaboración propia.

El sector manufacturero (industrial) es el que mayor participación tiene en términos de producción, le sigue el sector agrícola. El sector transporte comparte el tercer puesto con el sector de las actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler en poco más de 7,7 millones de pesos (precios básicos, 2003). De esos 7,7 millones, un 7,2% es aportado de manera directa por el sector de transporte aéreo de pasajeros y cargas.

Fue posible elaborar una tabla comparativa entre los diferentes descriptores de la MIP (Tabla 4), pudiendo observar las diferencias entre lo que genera cada sector de forma directa e indirecta en la provincia.

Tabla 4. Comparativa entre generaciones directas / indirectas según descriptores.
Por sectores, en porcentajes según la DF.

Sectores		Emisiones GEIs por unidad de DF (%)		Huella hídrica verde por unidad de DF (%)		Huella hídrica azul por unidad de DF (%)		Huella hídrica gris por unidad de DF (%)		Empleo por unidad de DF (%)	
		Directas	Indirectas	Directas	Indirectas	Directas	Indirectas	Directas	Indirectas	Directas	Indirectas
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca		0.68%	1.83%	96.35%	58.45%	92.76%	56.32%	77.50%	47.23%	2.24%	2.61%
Minería		1.30%	0.35%	0.13%	0.03%	0.43%	0.10%	1.11%	0.25%	0.56%	0.17%
Industrias manufactureras		2.44%	15.82%	3.32%	36.67%	4.46%	36.75%	5.05%	33.54%	13.88%	19.12%
Suministro de electricidad, gas y agua		25.63%	19.50%	0.21%	0.13%	0.51%	0.57%	1.53%	3.21%	0.48%	0.39%
Construcción		0.98%	3.62%	0.00%	1.46%	0.03%	1.64%	0.21%	2.14%	12.53%	12.91%
Comercio		0.17%	3.36%	0.00%	0.32%	0.00%	0.38%	0.00%	0.71%	18.48%	13.93%
Hoteles y restaurantes		0.35%	3.53%	0.00%	1.06%	0.12%	1.22%	0.95%	2.22%	4.40%	4.69%
Transporte y almacenamiento	Pasajeros fccc automotor taxi remise	11.97%	11.71%	0.00%	0.15%	0.10%	0.26%	0.81%	1.02%	1.27%	2.24%
	Carga camion fccc	19.46%	13.04%	0.00%	0.26%	0.09%	0.38%	0.75%	1.19%	2.42%	2.70%
	Ductos	19.00%	0.07%	0.00%	0.00%	0.71%	0.00%	5.74%	0.02%	0.03%	0.00%
	Aereo pasajero carga	16.10%	14.44%	0.00%	0.04%	0.45%	0.44%	3.61%	3.30%	0.32%	0.50%
	Actividades complementarias manipulación almacenamiento agencia de viajes despachantes peaje playas terminales	0.41%	0.25%	0.00%	0.01%	0.16%	0.06%	1.26%	0.41%	0.45%	0.20%
Correos y telecomunicaciones		0.32%	1.04%	0.00%	0.06%	0.00%	0.08%	0.00%	0.18%	1.15%	0.96%
Intermediación financiera		0.24%	3.27%	0.00%	0.32%	0.00%	0.41%	0.00%	0.92%	0.65%	2.23%
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler		0.06%	0.89%	0.00%	0.12%	0.00%	0.14%	0.00%	0.25%	0.28%	1.00%
Administración pública y defensa		0.13%	2.02%	0.00%	0.10%	0.00%	0.14%	0.00%	0.40%	6.76%	7.05%
Enseñanza		0.08%	1.62%	0.00%	0.23%	0.10%	0.36%	0.81%	1.23%	8.43%	8.52%
Salud		0.26%	2.93%	0.00%	0.55%	0.08%	0.70%	0.67%	1.66%	5.52%	7.14%
Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales		0.34%	0.63%	0.00%	0.04%	0.00%	0.05%	0.00%	0.12%	11.56%	5.05%
Servicio doméstico		0.06%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.59%	8.59%
Suma		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: elaboración propia.

Analizando la tabla anterior por partes queda en evidencia cómo la distribución de los impactos se modifica a la hora de analizar de manera directa o indirecta. Este tipo de análisis resulta especialmente útil si queremos entender cómo impacta una decisión en la cadena de valor completa, y no solo en lo que a prima facie (impacto directo) parece ocurrir. La Figura 2 muestra la variación entre las emisiones directas e indirectas de cada sector. Resulta claro que el sector transporte y el de distribución de electricidad, gas y agua son los que tienen el mayor peso general; sin embargo, el sector industria manufacturero tiene un incremento de más del 13% en las emisiones indirectas. Esto posiblemente explicado a que es el consumidor de gran parte de la energía producida.

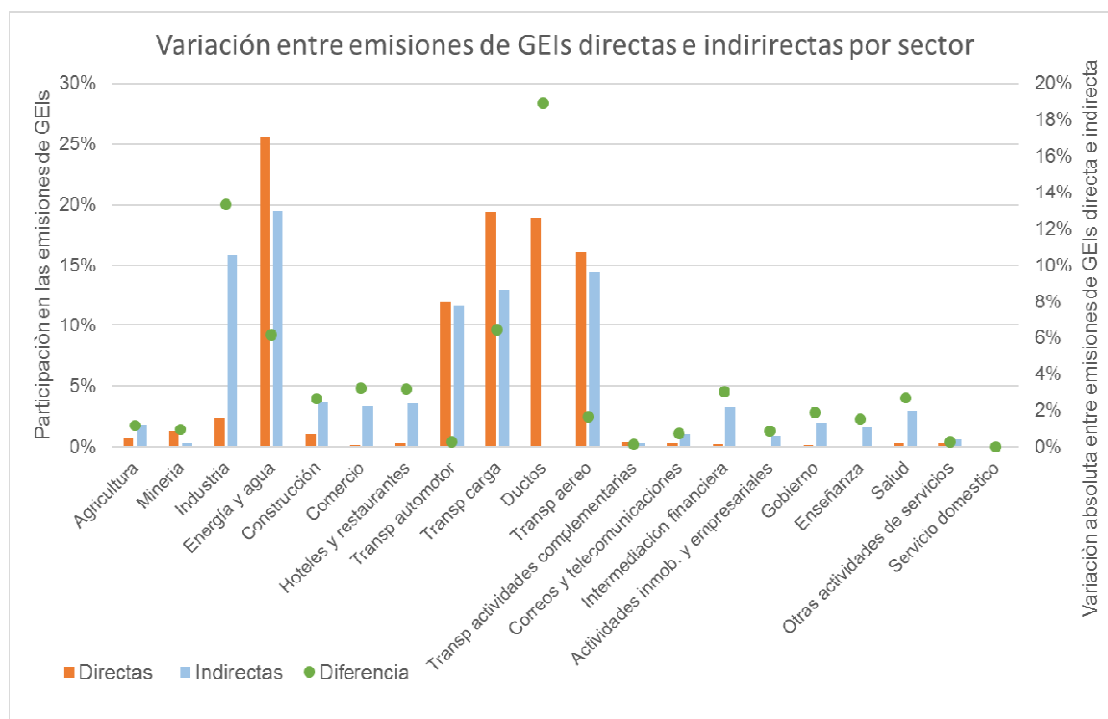


Figura 2. Variación entre emisiones directas / indirectas por sector.

Fuente: elaboración propia

La misma lógica de análisis se plantea para la HH directa e indirecta por sector (Figura 3Figura 3. Variación huella hídrica directa / indirecta s/ tres corrientes. Fuente: elaboración propia.

). El sector del agro se muestra como casi el único responsable (más del 90%) de la HH verde y azul; lo cual resulta razonable considerando que es prácticamente el monopolio del uso del agua de lluvia y el principal consumidor de las aguas de cuerpos y cursos de agua utilizadas en la producción primaria. Asimismo, pasa a tener menor participación en la HH cuando se analizan los impactos indirectos; aumentando fundamentalmente en el sector de industrias manufactureras, esto posiblemente se explique por los procesos de industrialización de los productos primarios.

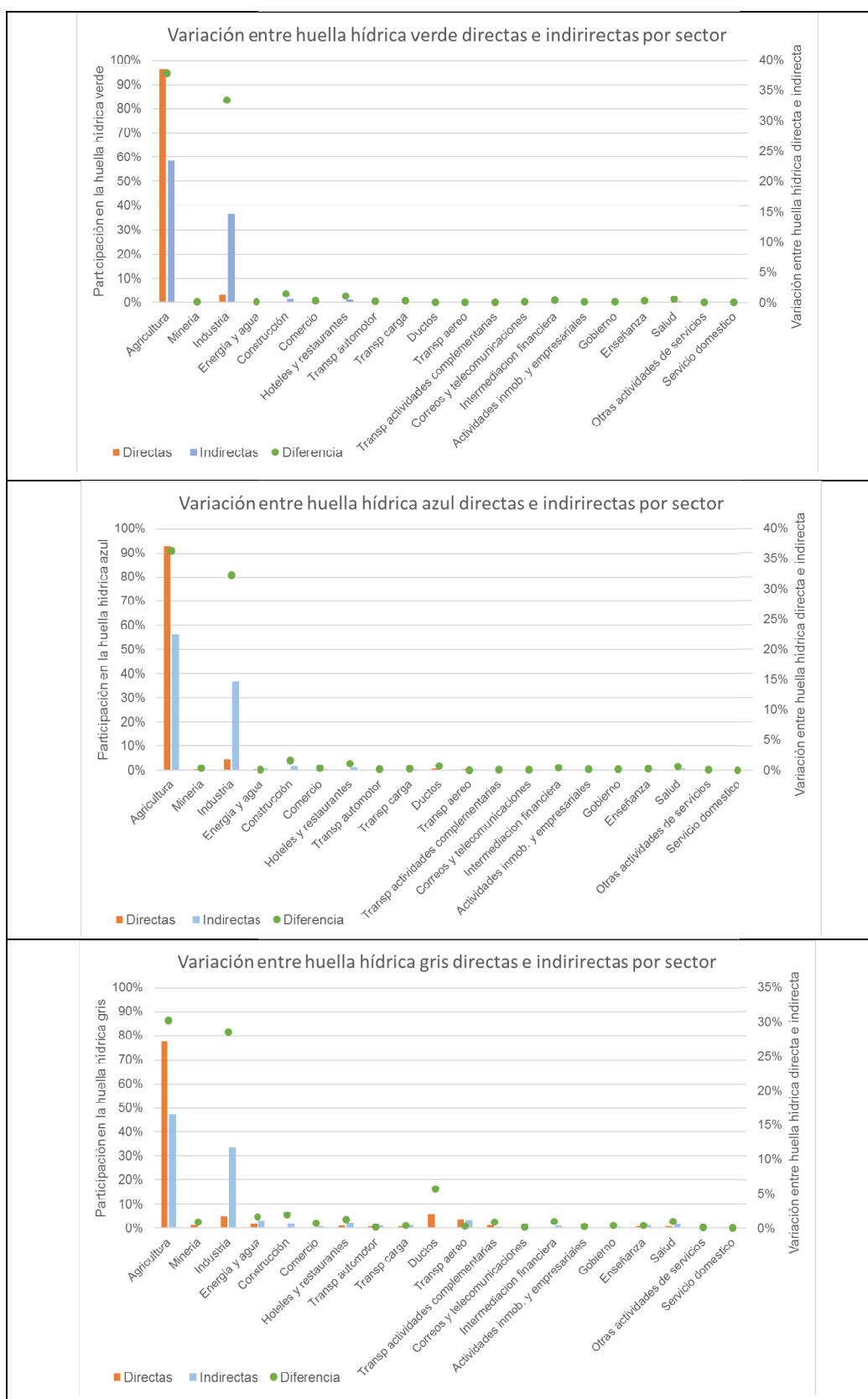


Figura 3. Variación huella hídrica directa / indirecta s/ tres corrientes. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se graficó lo que acontece con el empleo (Figura 4). Se evidencia como el sector de industrias manufactureras tiene una participación en el empleo directo alrededor del 14%.

Se observa su efecto dinamizador para el resto de los sectores, demostrándose en el crecimiento del impacto sobre el empleo indirecto (19%). El efecto opuesto se infiere con el comercio, que tiene una participación en la generación de empleo directo superior al 18%, pero cuando se analiza su impacto en el resto de la economía, desciende al 14%. Finalmente, cabe mencionar el efecto del sector de la construcción, que parece estar equilibrado entre el empleo directo e indirecto en poco más del 12%.

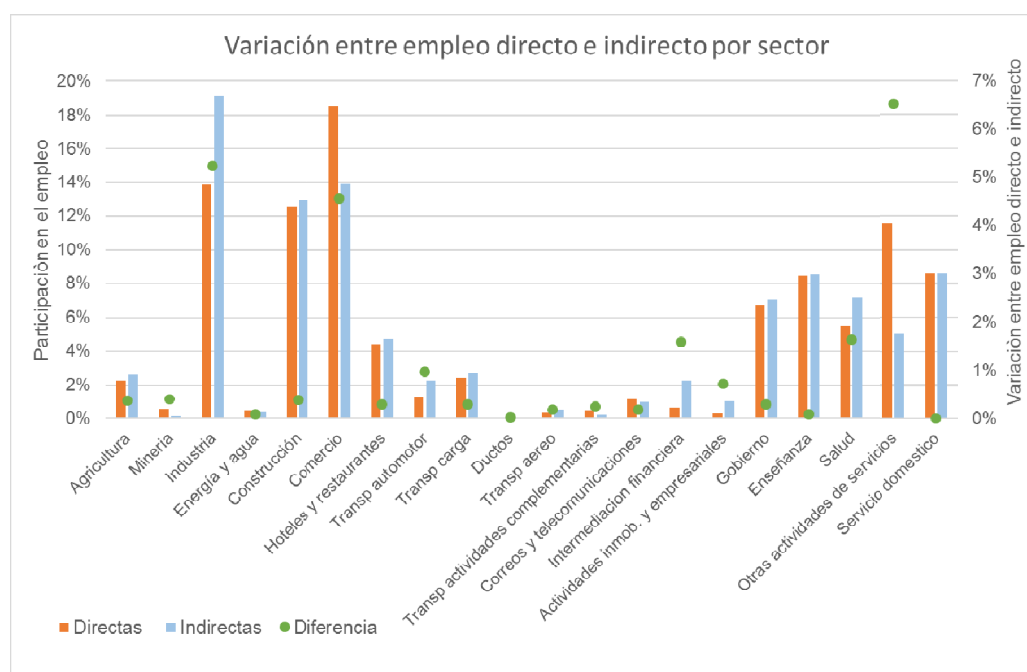


Figura 4. Variación entre empleo directo / indirecto por sector.

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

El modelo insumo producto, y en particular los modelos ampliados, son una herramienta valiosa para el diagnóstico, la toma de decisiones, el modelado de escenarios, y la evaluación expos de políticas públicas, demostrando su potencial a la hora de evaluar la sostenibilidad de un territorio.

Fue posible estimar una MIP reducida en sectores y actualizada al año 2015 para la provincia de Córdoba, la cual evidencia que los motores de la economía cordobesa son las

industrias manufactureras, el suministro eléctrico y la intermediación financiera; generando tanto procesos de arrastre como de impulso.

Fue posible estimar por primera vez para la provincia de Córdoba una matriz ampliada a aspectos ambientales. Ésta evidencia que el transporte es uno de los sectores con mayores emisiones de GEIs por unidad de demanda final, seguido por el sector de suministro de gas, electricidad y agua.

La huella hídrica directa está dominada casi de manera absoluta por la ganadería, agricultura y pesca para la huella verde y azul, y mostrando una alta participación en la huella hídrica gris la industria manufacturera.

Como generadores de empleo directo destaca el sector de los servicios comunitarios, sociales y personales; la enseñanza; la administración pública y defensa; el comercio; y la construcción. Cabe mencionar que siempre se habla del impacto en función de la DF, y no de los valores absolutos.

La situación se modifica de manera considerable cuando se analizan los impactos indirectos; siendo este el principal aporte de la metodología basada en modelos input-output.

Respecto a las emisiones indirectas, la situación parece ser muy diferente. En general, los aspectos asociados al ambiente, muestran grandes cambios.

En el caso de la agricultura, las emisiones indirectas son 2,5 veces más altas. En la minería se reducen a una cuarta parte. Para el caso de la industria, la participación pasa del 2,44% a más del 15%. Si bien las emisiones indirectas del suministro eléctrico, gas y agua son menores que las directas; siguen liderando el ranking junto con el sector transporte.

Llama la atención lo que sucede con los servicios de administración pública, enseñanza y salud. Inicialmente mostraban emisiones directas muy bajas; sin embargo, las emisiones indirectas son diez veces más altas; posiblemente explicado por el transporte de insumos y personas.

De manera similar, la huella hídrica (las tres facetas) estaba inicialmente dominada por el impacto del sector de la agricultura y ganadería. Sin embargo, al considerar los impactos indirectos se produce una mayor desagregación de los resultados. Destaca el sector de las industrias manufactureras en el salto en los impactos indirectos que genera, lo cual se explica por ser el principal consumidor de los productos primarios en la industria agroalimentaria.

Finalmente, en lo asociado al empleo, los cambios entre los impactos directos e indirectos son menos vertiginosos. Sí se observa como sectores que de manera directa mostraban altos valores porcentuales (comercio y otras actividades de servicios), al ver el impacto indirecto esto merma, caso particular el del sector comercio. De manera contraria, el sector industrial (manufacturero) muestra una generación de empleo directo de 13,88%, y de manera indirecta se incrementa a 19,12%; dominando la generación de empleo indirecto y estando en segundo puesto en la generación de empleo directo.

Al desagregar el sector transporte surgen algunos puntos a considerar. En primer lugar, permitió ver en detalle hacia adentro de un sector con altas emisiones de GEIs. Sin embargo, esta desagregación aumenta la incertidumbre de la validez de los datos, ya que requiere altos esfuerzos de ajustes y decisiones metodológicas.

Respecto a la calidad de los datos, es este el principal desafío hacia adelante. Sin duda, mejores datos, mostrarán mejores resultados. Esta mejora radica en diversos puntos:

- Se requiere una MIP oficial y única de la región de interés; abordada a partir de fuentes primarias.
- Se requiere que las matrices insumo producto se elaboren de forma sistemática y periódica, que permita análisis temporales; así como matrices para otras jurisdicciones que permitan comparaciones.
- Resulta útil tener la mayor desagregación de sectores posible, especialmente desafiante para datos de emisiones, huella hídrica y empleo.
- Es importante unificar criterios de cálculo asociado a emisiones de GEIs; también es necesario que se generen datos de huella hídrica por sectores de manera oficial.

BIBLIOGRAFÍA

- Accorsi, S., López, R., & Sturla, G. (2018). Input-Output table and carbon footprint: estimation and structural decomposition analysis. *Working Papers. Department of Economics, Universidad of Chile*.
- Alcántara, V. (1995). Economía y contaminación atmosférica: hacia un nuevo enfoque desde el análisis input-output. *Tesis doctoral. Universidad autónoma de Barcelona*.
- Alcántara, V. (2007). Análisis Input-Output y emisiones de CO2 en España: un primer análisis para la determinación de sectores clave en la emisión. *Department of Applied Economics at Universitat Autònoma of Barcelona, Working Papers*. .

- Díaz Mendoza, Y. (2020). Emisiones contaminantes y estructura productiva. Un análisis descriptivo – comparativo sobre las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por los sectores económicos de algunos países de la UE para 2015 mediante la metodología input – output. *Memoria de trabajo de fin de grado. Facultad de economía, empresa y turismo. Universidad de La Laguna.*
- Dirección General de Estadísticas y Censos. (2003). Matriz Insumo Producto. Provincia de Córdoba.
- Dirección General de Estadísticas y Censos. (julio de 2021). *Principales Indicadores del Mercado Laboral.* Obtenido de <https://datosestadistica.cba.gov.ar/dataset/indicadores-del-mercado-laboral/resource/d8821384-b0b5-4345-a721-d62d6952284d>
- Dirección General de Estadísticas y Censos. (29 de 11 de 2021). *Producto Geográfico Bruto (PGB y PBR).* Obtenido de <https://estadistica.cba.gov.ar/encuesta/producto-geografico-bruto-pgb/>
- Duarte, R., Sánchez Chóliz, J., Sierra de la Cal, J., & Cazcarro Castellano, I. (2011). ¿Cuánto hemos cambiado? Cambio estructural y cambio tecnológico en la economía aragonesa. *Fundear Documento de trabajo nº 57/2011.*
- Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J., & Bielsa, J. (2002). Water use in the spanish economy: an Input-Output Approach. *Ecological Economics*, 71-85.
- EANA. (2016 y 2017). *Anuarios estadísticos.* Argentina: Departamento de Estadística.
- Gallardo, A., & Mardones, C. (2013). Environmentally extended social accounting matrix for Chile. *Environment, Development and Sustainability*, 1009-1127.
- García Muñoz, A. (2015). El análisis de redes aplicados a los flujos económicos. *Departamento de economía aplicada. Universidad de Oviedo.*
- Hernández, G. (2021). Emisiones de gases de efecto invernadero y sectores clave en Colombia. *El Trimestre Económico*, 523-550. Obtenido de <https://doi.org/10.20430/ete.v88i350.857>
- Leontief, W. (1957). Input-output analysis. *Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, Ed. Aguilar, vol 6*, 70-78.
- López Vega, R., Accorsi, S., & Sturla, G. (2016). Análisis sectorial de la huella de carbono para la economía chilena: un enfoque basado en la matriz insumo-producto. *Universidad de Chile.* Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141357>

- Navarro Gálvez, F. (2012). Modelos multisectoriales input-output en el estudio de los impactos ambientales: Una aplicación a la economía de Cataluña. *Departament d'Economia Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona*.
- Navarro Gálvez, F. (2012). Modelos multisectoriales input-output en el estudio de los impactos ambientales: una aplicacìon a la economia de Catalunya-. *Tesis doctoral. Universidad autónoma de Barcelona*.
- NU CEPAL. (2016). *La matriz de insumo-producto de América del Sur: principales supuestos y consideraciones metodológicas*. CEPAL.
- NU CEPAL. (2019). *La integración productiva entre la Argentina y Chile: un análisis estructural a partir de matrices insumo-producto multipaís*. CEPAL.
- ONU. (1992). *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*.
- ONU. (2015). *Acuerdo de París*.
- Passchier-Vermeer, W., & Passchier, W. (2000). Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspectives*, 108(1), 123-131.
- Ramussen, P. N. (1956). Studies in intersectoral relations. *Einar Harcks Forlag & North-Holland Publishing Company* Amsterdam.
- Ruiz Nápoles, P. (2014). Crecimiento bajo en carbono y adopción de tecnologías para la mitigación: Los casos de la Argentina y el Brasil (documento de proyecto).. *Santiago de Chile: Naciones Unidas*.