

1 **ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CO₂ QUE CREAN**
2 **RECAUDACIÓN FISCAL EN COSTA RICA**

3 **Estimation of CO₂ emissions that create tax collection**
4 **in Costa Rica**

5 **Estimativa das emissões de co2 criando receita fiscal**
6 **na Costa Rica**

7
8 **David Miranda Núñez¹**

9 **Marjorie Hartley Ballesteros²**

10 **Resumen**

11 Se busca estimar el aporte de los sectores productivos y los hogares con la
12 generación de emisiones de GEI en Costa Rica y al mismo tiempo determinar la
13 relación de la creación de puestos de trabajo y del valor agregado con la
14 generación de emisiones de CO₂ por sector. El análisis involucra la recaudación
15 fiscal a través del pago del impuesto a los combustibles, utilizando la
16 metodología del Modelo Insumo Producto con ampliación ambiental
17 considerando la MIP del [2017](#). Se construyen indicadores que permiten
18 evidenciar la dependencia de los sectores productivos y los hogares con
19 respecto al uso y consumo de hidrocarburos. El ejercicio analítico permite
20 advertir sobre la necesidad de reorientar la producción y los hogares hacia

DOI: <https://doi.org/10.15359/eyes.28-63.1>

Recibido: 06-06-2022. Reenvíos: 6-9-2022, 29-09-2022, Aceptado: 10-10-2022. Publicado: 01-01-2023.

1 Bachiller en Economía, Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico:

david.miranda.nunez@est.una.ac.cr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9261-2535>

² M.Sc. en Economía con especialidad en Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica. Coordinadora Proyecto Estudios Fiscales, Escuela de Economía, Universidad Nacional, Costa Rica. Correo electrónico: marjorie.hartley.ballesteros@una.ac.cr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1751-6524>

1

El manuscrito pre-publicación es una versión aceptada del artículo previo al proceso final de edición, diagramación y revisión, por lo que puede diferir de la versión final publicada.

David Miranda Núñez y Marjorie Hartley Ballesteros



Revista Economía y Sociedad by [Universidad Nacional](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License](#).

Creado a partir de la obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia>

21 procesos más ecoeficientes que favorezcan la creación de valor agregado y
22 fuente de empleo limpios.

23 **Palabras clave:** impuestos, insumo producto, valor agregado, gas de efecto
24 invernadero, empleo.

25

26 **Abstract**

27 It seeks to estimate the contribution of the productive sectors and households
28 with the generation of GHG emissions in Costa Rica and at the same time
29 determine the relationship between the creation of jobs and added value with
30 the generation of CO2 emissions by sector. The analysis involves tax collection
31 through the payment of the tax on fuels, using the methodology of the Input
32 Product Model with environmental expansion considering the [2017](#) MIP.
33 Indicators are constructed that show the dependence of the productive sectors
34 and households with respect to the use and consumption of hydrocarbons. The
35 analytical exercise makes it possible to warn about the need to reorient
36 production and households towards more eco-efficient processes that favor
37 the creation of added value and a clean source of employment.

38 **Keywords:** taxes, input-output, aggregate value, greenhouse gas, job.

39

40 **Resumo**

41 O objetivo é estimar a contribuição dos setores produtivos e domésticos para a
42 geração de emissões de GEE na Costa Rica e, ao mesmo tempo, determinar a
43 relação de criação de empregos e de valor agregado com a geração de emissões
44 de CO2 por setor. A análise envolve a cobrança de impostos através do
45 pagamento do imposto sobre combustíveis, utilizando a metodologia do
46 Modelo Input-Output com extensão ambiental considerando o IPM de [2017](#).
47 Os indicadores são construídos para mostrar a dependência dos setores
48 produtivos e das famílias em relação ao uso e consumo de hidrocarbonetos. O
49 exercício analítico adverte para a necessidade de reorientar a produção e os
50 lares para processos mais eco-eficientes que favoreçam a criação de valor
51 agregado e de fontes de emprego limpas.

52 **Palavras-chave:** impostos, entrada-saída, valor agregado, gases de efeito
53 estufa, emprego.

2

El manuscrito pre-publicación es una versión aceptada del artículo previo al proceso final de edición, diagramación y revisión, por lo que puede diferir de la versión final publicada.

David Miranda Núñez y Marjorie Hartley Ballesteró



Revista Economía y Sociedad by [Universidad Nacional](http://www.una.ac.cr) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Creado a partir de la obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia>

54 **1. INTRODUCCIÓN**

55 Costa Rica se encuentra en una coyuntura económica y fiscal particularmente difícil, que se
56 profundizó con la pandemia por el COVID-19. Los gastos que se han realizado para enfrentar
57 la crisis sanitaria, la recesión con reducción al mínimo del consumo, se han presentado en
58 un contexto de alto nivel de endeudamiento, alto desempleo, poca capacidad para
59 combatir la evasión y elusión fiscal, entre otros.

60 Históricamente el país ha realizado esfuerzos en materia de conservación y protección de
61 los bienes y servicios ecosistémicos que posee, esto lo ha llevado recientemente a asumir
62 compromisos globales como la Agenda 2030 y la descarbonización de la economía para
63 2050, entre otros muchos proyectos y programas de conservación que se están llevando a
64 cabo. Todos estos compromisos demandan recursos para su implementación, algunos de
65 ellos provenientes de instrumentos económicos para recaudación fiscal y otros de
66 cooperación internacional.

67 El país cuenta con una matriz energética renovable casi en el 100% para la generación de
68 electricidad, sin embargo, aproximadamente el 75% de la energía que se consume proviene
69 de fuentes no renovables a base fósil. Quiere decir que las actividades económicas y
70 cotidianas de las personas, demandan mayoritariamente combustibles fósiles.

71 Desde el ámbito fiscal se tiene que uno de los principales instrumentos económicos de
72 recaudación tributaria es el denominado Impuesto Único a los Combustibles, que en la
73 actualidad representa aproximadamente el 11% del total de ingresos fiscales y aunque no
74 fue creado con el objetivo internalizar las externalidades que ocasiona el consumo de
75 combustibles fósiles, se constituye en el principal instrumento fiscal ambiental.

76 En consecuencia, el consumo de combustibles por parte de los sectores productivos y los
77 hogares genera emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), pero al mismo tiempo,
78 generan ingresos con un importante peso relativo en el total de ingresos tributarios.

79 Consiguientemente, las acciones para avanzar en el logro de las metas establecidas por la
80 Organización de Naciones Unidas (ONU) en los denominados Objetivos del Desarrollo
81 Sostenible (ODS) y la dependencia de los combustibles fósiles, colocan al estado
82 costarricense en la disyuntiva de la elección, al enfrentar la descarbonización de la
83 economía a través de la reducción de emisiones, con la recaudación de ingresos tributarios
84 provenientes en buena medida, de actividades contaminantes que además generan
85 importante cantidad de puestos de trabajo.

3

*El manuscrito pre-publicación es una versión aceptada del artículo previo al proceso final de edición,
diagramación y revisión, por lo que puede diferir de la versión final publicada.*

David Miranda Núñez y Marjorie Hartley Ballesteró



Revista Economía y Sociedad by [Universidad Nacional](http://www.una.ac.cr) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Creado a partir de la obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia>

86 En este contexto la investigación busca identificar el aporte de los sectores productivos y
87 los hogares, con las emisiones de gases con efecto invernadero y que, al mismo tiempo,
88 crean recaudación fiscal. Es decir, se analizan las emisiones que crean, tanto los sectores
89 productivos como los hogares, a través de la recaudación del Impuesto Único a los
90 Combustibles. Al mismo tiempo se analiza la relación de la creación de valor y de fuentes
91 de puestos de trabajo con la generación de emisiones de gases con efecto invernadero. El
92 análisis parte de la dependencia que las finanzas públicas con respecto a ingresos
93 provenientes de la contaminación, es decir, provenientes del impuesto que todos los
94 agentes económicos pagan al comprar combustibles fósiles. Se incluye la variable Personas
95 Empleadas, por el peso e importancia que reviste para una economía la creación de puestos
96 de trabajo sostenibles y resilientes que contribuyan con los objetivos de desarrollo de largo
97 plazo.

98 La estimación del aporte de los hogares y sectores productivos con las emisiones que crean
99 recaudación fiscal se realiza a través de la construcción de indicadores fiscales -
100 ambientales, que relacionan una serie de variables como son: emisiones de CO₂,
101 producción, consumo de combustible, el empleo y su vínculo con el Impuesto Único a los
102 Combustibles. Particularmente interesan las emisiones de CO_{2e} generadas por los sectores
103 productivos y los hogares a partir del pago del impuesto a los combustibles y no por su uso
104 de manera directa.

105 En esta tarea se destaca que la categoría de fuente emisora más importante es la
106 combustión móvil como transporte terrestre. Esto permite hacer el vínculo de esta
107 categoría con el consumo de combustible por sector productivo y la recaudación tributaria
108 a partir del Impuesto Único a los Combustibles.

109 Los vínculos entre las variables de contaminación, recaudación fiscal y empleo con la
110 producción de los sectores productivos y el consumo de los hogares se determinan a partir
111 de indicadores fiscales - ambientales y de puestos de trabajo.

112 El objetivo de crear estos indicadores es cuantificar la relación entre las emisiones
113 contaminantes con la recaudación fiscal generada a partir del consumo de hidrocarburos
114 utilizados en ese proceso, de manera que sea posible determinar cuántos dólares recauda
115 cada tonelada de CO₂ para cada sector y a un nivel general de la economía. Además, se
116 busca calcular las emisiones que produce cada puesto de trabajo, así como la recaudación
117 fiscal que en promedio cada trabajador genera.

118 La metodología utilizada para la construcción de los indicadores fiscales - ambientales es el
119 Modelo de Insumo Producto (MIP) con extensión ambiental. Se utilizan los datos de la MIP



120 del Banco Central de Costa Rica (BCCR), actualizada al 2017³, así como las cuentas de oferta
121 y utilización de flujos físicos de energía también del 2017. Por tanto, variables como tipo de
122 cambio y personas empleadas corresponden al año 2017.

123 En la primera sección se contextualiza el análisis ofreciendo datos sobre las emisiones
124 generadas por los sectores productivos en Costa Rica y la relación que se establece entre
125 estas y el Impuesto Único a los Combustibles como principal instrumento económico de
126 recaudación fiscal ambiental. El dato del impuesto único proviene del Ministerio de
127 Hacienda para el año 2017 y los datos de emisiones son provenientes del Banco Central de
128 Costa Rica en el documento “Cuadro de Oferta y Utilización de Flujos Físicos de Energía”
129 para el año 2017, datos en millones de kg de CO₂ que para efectos de este trabajo se
130 convierten en miles de toneladas. Cabe destacar que las emisiones en CO₂ son únicamente
131 de ese gas y no corresponde a emisiones equivalentes.

132 Posteriormente se detalla la metodología utilizada para la construcción del MIP con
133 extensión ambiental, para pasar a presentar los indicadores construidos y ofrecer algunas
134 conclusiones a la luz de los resultados obtenidos.

135 **2. CONTEXTO DE LAS EMISIONES DE CO₂ Y LA RECAUDACIÓN FISCAL**

136 En el año 2015 Costa Rica elabora un inventario de Gases con Efecto Invernadero (GEI)
137 donde se determina que el sector energía (producción, comercialización y consumo de
138 energía) es el que aporta el mayor porcentaje de emisiones de CO₂. Dentro de este sector
139 destaca, como es de esperar, el aporte a las emisiones del subsector Transporte seguido de
140 la Industria Manufacturera y la Construcción. El sector energía contribuye con
141 aproximadamente el 67% del total de emisiones CO₂ equivalente para el año 2015. (Blanco
142 Salas, Chacón Araya, Jiménez Valverde, Sasa Marín y Montenegro Ballester, [2015](#)).

143 Le sigue en importancia el sector de Residuos, que aporta el 19% aproximadamente y el
144 sector de Procesos Industriales y uso de Productos que contribuye con 12% de las emisiones
145 de CO₂ equivalente (ver tabla 1).

146
147
148
149

³ Tanto la MIP como la matriz de flujos de energía del 2017 corresponde a los datos más actualizados con que cuenta el país. Los datos son suministrados en colones por lo que se trasladan a dólares haciendo la conversión al tipo de cambio nominal promedio de 567,5 colones por dólar.



150 **Tabla 1**
151 Costa Rica: Total de emisiones de CO_{2e} por sector productivo y porcentaje de contribución
152 para el año 2015.

Fuente de emisiones	Cantidad de emisiones en CO _{2e} (Gg)	Porcentaje de contribución
Energía	7.297	67
Procesos industriales y uso de productos	1.320	12
Agricultura, silvicultura y otros	179	2
Residuos	2.085	19
Total	10.881	100

153 Fuente: elaboración propia con datos de Blanco Salas et.al. (2015).

154 A partir de los resultados anteriores, se tiene que cada habitante contribuye con un total
155 de 2,25 Gg, mientras que cada millón de dólares del Producto Interno Bruto (PIB) se obtiene
156 a partir de un total de 199 Gg de emisiones de CO₂.

157 A esta realidad del sector energético la Contraloría General de la República (CGR, 2021)
158 explica que:

159 El hecho de que el sector energético sea la principal fuente de emisiones de gases
160 contaminantes, es consecuencia de la composición de la matriz energética
161 nacional...cuya principal característica es su dependencia de los combustibles fósiles
162 importados y, por tanto, de las variaciones del precio internacional del petróleo.
163 (p.12).

164 Y agrega que:

165 ... de acuerdo con las proyecciones efectuadas en el citado inventario nacional de
166 GEI, si las tendencias actuales continúan, para 2050 el sector energético aumentaría
167 las emisiones en un 49% con respecto a 2015; mientras que, por el contrario, éstas
168 podrían reducirse en un 42% si se implementan acciones de mitigación adicionales
169 a las ejecutadas o en proceso de ejecución en el periodo 2014-2018. (p. 12).

170 La CGR señala además que casi el total de la energía eléctrica que se produce en Costa Rica
171 proviene de fuentes renovables, pero la energía eléctrica representa solo una cuarta parte
172 del consumo total de energía. El país depende aproximadamente en un 75% de la energía
173 proveniente de combustibles fósiles. (CGR, 2021).



174 El consumo de hidrocarburos se presenta como sigue: el sector de transporte consume
175 principalmente diesel (42%), gasolina super (24%), gasolina regular (22%) y otros tipos de
176 combustible. Por su parte el sector industrial, utiliza en un 21% fuel oil, gas LP (18%) y 14%
177 de diesel. En el caso del sector agropecuario utiliza principalmente diesel, mientras que el
178 comercio, los hogares y servicios consumen principalmente gas LP. (CGR, 2021).

179 El BCCR reporta que el año 2017 los productos energéticos de mayor consumo fueron los
180 derivados fósiles y la energía eléctrica, su distribución por sector económico y hogares se
181 presenta en la tabla 2. Se observa que los hogares son los mayores consumidores de
182 derivados del petróleo, electricidad y por consiguiente, son los mayores contribuyentes con
183 las emisiones de CO₂. El BCCR explica además que el 27% de las emisiones generadas por
184 los hogares están asociadas con el consumo de combustibles para el transporte privado.
185 (BCCR, [2017](#)).

186 **Tabla 2**

187 Costa Rica: Porcentaje del uso energético y emisiones de CO_{2e} por actividad económica y
188 hogares.

Actividad económica	Uso final energético		Emisiones CO _{2e}
	Derivados fósiles	Electricidad	
A1. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	9	3	7
A2. Manufacturas y minas	14	16	35
A3. Suministro de electricidad y agua	1	9	1
A4. Construcción	8	1	3
A5. Comercio	3	7	2
A6. Transporte y almacenamiento	18	1	13
A7. Servicios	9	25	8
Hogares	38	38	31
TOTAL	100	100	100

189 Fuente: elaboración propia con datos de BCCR (2017).

190 De los datos anteriores se deriva, además que la actividad económica de Transporte y
191 Almacenamiento es la principal consumidora de combustibles fósiles, mientras que los
192 Servicios son los mayores consumidores de electricidad para el año 2017. Sin embargo, los
193 Hogares, muestran el mayor porcentaje en el consumo tanto de combustibles como de
194 electricidad.

195 Además, el BCCR advierte que: El 74% de las emisiones totales generadas por el uso de
196 productos energéticos corresponde al uso de derivados fósiles. (BCCR, [2017](#)). Este

7

*El manuscrito pre-publicación es una versión aceptada del artículo previo al proceso final de edición,
diagramación y revisión, por lo que puede diferir de la versión final publicada.*

David Miranda Núñez y Marjorie Hartley Ballesterero



Revista Economía y Sociedad by [Universidad Nacional](http://www.una.ac.cr) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Creado a partir de la obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia>

197 importante dato permite identificar fácilmente la fuente de ingresos tributarios y los
198 sectores que contribuyen con la recaudación. De manera que a través del pago del Impuesto
199 Único a los Combustibles por parte de las actividades económicas y de los Hogares para
200 consumo propiamente dicho, es posible clasificar actividades productivas y de consumo que
201 crean recaudación con las emisiones de GEI que generan.

202 En la tabla 3 se presentan algunos datos que muestran la recaudación de ingresos
203 provenientes del impuesto a los combustibles y la cantidad de barriles de combustible que
204 se vendieron para lograr esta recaudación. Importa destacar que este impuesto representa
205 para el año 2021 aproximadamente el 61% de Otros Ingresos Tributarios del país, y el 8%
206 de los Ingresos Tributarios Totales, evidenciando así el gran peso relativo que tiene para las
207 finanzas públicas.

208 **Tabla 3**

209 Costa Rica: Recaudación del Impuesto Único a los Combustibles en millones de dólares y
210 venta de combustibles en millones de barriles y dólares, 2015-2020

Concepto	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Recaudación	856	868	899	897	940	746
Venta de combustibles (millones de barriles)	19	21	21	21	22	18
Venta combustible (miles de millones de dólares)	2,32	2,16	2,46	2,82	2,70	1,90

211 Fuente: elaboración propia con datos de Ministerio de Hacienda ([2021](#)) y RECOPE ([2021](#)).

212 Estos datos muestran la tendencia creciente del consumo de combustibles fósiles en el país,
213 que no se observa únicamente en el año 2020 por motivos del confinamiento y la
214 imposibilidad de circular como medidas para mitigar los contagios del COVID-19.

215 A lo anterior se debe agregar que el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) reporta
216 que para el año 2015 Costa Rica contaba con una flota vehicular de 1.346.344, conformada
217 por vehículos (61%), camiones de carga (16%), autobuses, motocicletas y otros con menor
218 peso relativo. Entre el 2015 y el 2017 la flota vehicular creció aproximadamente un 29%. Es
219 de esperar que esa tendencia al crecimiento continúe y su consiguiente incremento en las
220 emisiones de GEÍ's.

221 Al respecto el BCCR, reporta que:

222 Para el periodo 2011-2017, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) generadas por
223 el uso de productos energéticos en las industrias y los hogares crecieron a una tasa



224 media anual del 0,5%. Propiamente para el 2017, las emisiones de CO₂ aumentaron
225 en 1,3% respecto al 2016. El producto energético que mayor aporte porcentual tuvo
226 en este aumento fue la gasolina súper (1,4 puntos porcentuales), el cual se asocia
227 con un aumento del 5,5% de automóviles en el parque vehicular durante el 2017.
228 (BCCR, [2020](#)).

229 3. DEL MIP UTILIZADO

230 La metodología empleada para la elaboración de los indicadores fiscales - ambientales es el
231 Modelo de Insumo Producto (MIP) del economista Wassily Leontief, con extensión
232 ambiental. La MIP es un conjunto de matrices que muestran un equilibrio entre la oferta y
233 utilización de bienes y servicios que se denominan de manera general como productos.
234 (Schuschny, [2005](#)). Estas matrices se componen principalmente de tres partes, la primera
235 conformada por las demandas intermedias en las que se detalla el proceso de producción y
236 los encadenamientos entre los distintos productos.

237 La segunda parte la conforma la demanda final y por último la utilización total que
238 representa la producción y oferta de cada producto. A esto se pueden incluir diversas
239 variables de forma vectorial con capacidad para cuantificar el producto, el valor agregado,
240 el empleo, la recaudación, entre otras.

241 El MIP con extensión ambiental permite incorporar variables de cuantificación física dentro
242 de las matrices insumo producto, así como se hace con las variables monetarias. Entre estas
243 variables físicas es posible mencionar el consumo de energía (en toneladas de carbón,
244 barriles de petróleo, kilowatts), emisiones de GEI o de cualquier tipo de contaminantes con
245 el objetivo de contabilizar variables referentes al ambiente y la energía.

246 Miller y Blair ([2009](#)) plantean que los modelos insumo producto ambientales pueden
247 clasificarse en tres tipos, el primero corresponde a los modelos insumo producto
248 generalizados, los cuales incorporan en la matriz un vector referente a la cuantificación de
249 una variable ambiental. El segundo se conoce como el modelo económico-ecológico, el cual
250 incorpora ecosistemas de la misma manera que se incluyen los sectores económicos, es
251 decir, se muestran las demandas intermedias que los ecosistemas demandan de los
252 sectores productivos y que los sectores productivos demandan de los ecosistemas. Por
253 último, los modelos de insumos por industria que se componen únicamente de factores
254 ambientales, dichos insumos representan las demandas intermedias entre productos, la
255 demanda final y la utilización total de los factores ambientales.



256 En consecuencia, es posible que en un modelo de insumo por industria se realice la
257 cuantificación mediante insumos físicos que se encuentran en la naturaleza como agua,
258 madera, suelo, carbón, petróleo, gas, entre otros.

259 Para efectos de esta investigación se utiliza el modelo de insumo producto generalizado,
260 con datos de MIP año base 2017, elaborada por el Banco Central de Costa Rica (BCCR),
261 compuesta por 184 productos (bienes y servicios), los cuales son agrupados en ocho
262 sectores productivos, para facilitar el análisis. Los sectores son: 1) Agricultura, ganadería,
263 silvicultura y pesca, 2) Manufacturas y Minas, 3) Suministro de Electricidad y Agua, 4)
264 Construcción, 5) Comercio, 6) Transporte y Almacenamiento, 7) Servicios y 8) Hogares
265 (servicios domésticos).

266 Las variables utilizadas para completar el modelo planteado son: Emisiones Totales por cada
267 sector (E), Emisiones generadas por el consumo de combustibles fósiles y, por tanto, pagan
268 impuesto a los combustibles (E_r), Cantidad de personas empleadas por sector (L),
269 Recaudación del Impuesto Único a los Combustibles (R) y Valor Agregado (VA).

270 Para el diseño de la MIP ampliada se introducen las variables monetarias convencionales y
271 se agregan las variables ambientes, empleo y recaudación antes descritas. La sección
272 monetaria de la matriz calculada para los sectores productivos se compone de tres partes.
273 Una la constituyen las demandas intermedias que representan los encadenamientos
274 productivos medidos por las compras que realizan los ocho sectores productivos entre sí.
275 La segunda parte corresponde a las demandas finales de los hogares y la demanda final de
276 la economía. Y la última parte corresponde a la utilización total, es decir la producción.

277 Las demandas intermedias están determinadas para este modelo, por una matriz cuadrada
278 de 8x8 y sus valores se identifican con la letra "Z". Las filas se denotan con la letra "i" y estas
279 filas son los sectores vendedores. Las columnas se denotan con la letra "j" y esto representa
280 a los sectores compradores. Estas demandas intermedias se representan de la siguiente
281 manera: Z_{ij} , donde la demanda intermedia de cada sector viene dada por la sumatoria de
282 las demandas intermedias que los sectores compradores demandan sobre los sectores
283 vendedores de la siguiente forma:

$$284 \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad (1)$$

285 La demanda final está compuesta por la sumatoria de demandas finales correspondientes
286 al consumo de hogares, gobierno, inversión, exportaciones e importaciones, pero el país
287 solo cuenta con la cuantificación de emisiones de CO₂ para los hogares, entonces se trabaja
288 bajo el supuesto de que las emisiones provenientes del consumo final de los hogares son
289 iguales a las de la demanda final. La demanda final se compone de un vector columna y se



290 representa mediante f_i , donde cada valor del vector representa la demanda final que
291 demandan los componentes del consumo sobre los sectores vendedores.

292 Por último, la producción (utilización total) viene dada por un vector columna, representado
293 por la letra X , donde la producción de cada sector vendedor es X_i . La producción de cada
294 sector i se estima mediante la siguiente fórmula:

$$295 \quad X_i = \sum_{j=1}^n Z_{ij} + f_i \quad (2)$$

296 La estimación del nivel de producción total está dada por la siguiente notación matricial:

$$297 \quad X \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_8 \end{bmatrix} = Z \begin{bmatrix} Z_{11} & \cdots & Z_{18} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{81} & \cdots & Z_{88} \end{bmatrix} + f \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_8 \end{bmatrix} \quad (3)$$

298 La MIP por producto del 2017 calculada por el BCCR, incluye una serie de vectores fila en la
299 parte inferior de la matriz con variables que no son agregadas en la matriz sectorial
300 construida para efectos de esta investigación, a excepción de las variables “Cantidad de
301 Personas Empleadas” y “Valor Agregado” que sí están consideradas. A continuación, se
302 escribe la expresión de dichos vectores para cada variable, los cuales posteriormente que
303 se representen juntos lo harán basados en la expresión X_j^v .

304 Para la variable de emisiones totales se tiene el vector:

$$305 \quad X_j^E = [X_1^E, \dots, X_8^E, X_f^E] \quad (4)$$

306 Como se puede notar, el último término lo comprende un nivel de emisiones
307 correspondiente a la demanda final (las emisiones generadas por el consumo de los
308 hogares).

309 Las emisiones provenientes de combustibles fósiles que crean recaudación por el impuesto
310 único a los combustibles (E_r) son incluidas mediante el vector:

$$311 \quad X_j^{Er} = [X_1^{Er}, \dots, X_8^{Er}, X_f^{Er}] \quad (5)$$

312 Al igual que con la variable anterior, el vector incluye las emisiones de hidrocarburos
313 generadas por la demanda final.

314 En el caso del vector de la “Cantidad de Personas Empleadas”, este no incluye un valor
315 correspondiente a la demanda final debido a que los empleos se encuentran en los sectores
316 productivos y no en el consumo final de los hogares dado que en los hogares corresponde
317 a autoconsumo y el trabajo en el hogar es no remunerado, a excepción de los Servicios



318 Domésticos (sector 8) los cuales ya contabilizan la cantidad de personas empleadas.
319 Entonces el vector de la cantidad de personas empleadas corresponde a:

$$320 \quad X_j^L = [X_1^L, \dots, X_8^L] \quad (6)$$

321 Posteriormente, la variable fiscal referente a la recaudación por el Impuesto Único a los
322 Combustibles (R) viene dada por el vector:

$$323 \quad X_j^R = [X_1^R, \dots, X_8^R, X_f^R] \quad (7)$$

324 Al igual que en las primeras dos variables, hay un nivel de recaudación proveniente de la
325 demanda final, específicamente, del consumo de los hogares.

326 Por último, la variable de valor agregado (VA) viene dada por el vector:

$$327 \quad X_j^{VA} = [X_1^{VA}, \dots, X_8^{VA}] \quad (8)$$

328 De esta manera, cada vector se agrega en la MIP sectorial uniendo variables monetarias con
329 variables medidas por kilogramos de CO₂ (E y Er), cantidad de personas empleadas (L), la
330 variable referente a la recaudación (R) y la de valor agregado (VA), ambas de tipo monetaria.

331

332 **Coefficientes Técnicos Intersectoriales (A)**

333 La matriz de coeficientes técnicos intersectoriales, representada por la letra A, está
334 compuesta por las tasas calculadas dividiendo demandas intermedias entre niveles de
335 producción. Estos coeficientes se identifican como a_{ij} y tienen la siguiente equivalencia:

336

$$337 \quad a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{X_j} \quad (9)$$

338

339 además, despejando para X_{ij} se obtiene que:

340

$$341 \quad X_j = \frac{Z_{ij}}{a_{ij}} \quad (10)$$

342

343 lo cual se interpreta como la función de producción del sector j, dicha función de producción
344 contempla un componente tecnológico $\frac{1}{a_{ij}}$ asociado a la demanda intermedia Z_{ij} . Esto
345 permite hacer análisis con la matriz insumo producto incluso años después de su
346 construcción, debido a que si, por ejemplo, se supone que en un lapso de 5 años después



347 de elaborada la matriz, el cambio tecnológico es nulo, entonces $\frac{1}{a_{ij}}$ será un coeficiente
348 constante que multiplica el nuevo monto de las demandas intermedias Z_{ij} .

349
350 Del mismo modo, al calcular esta matriz se adjuntan coeficientes para los vectores de
351 contaminación, empleo y recaudación. A estos coeficientes se les denomina coeficientes de
352 impacto directo, los cuales se calculan dividiendo cada componente de los vectores
353 mencionados entre la producción final asociada al sector productivo en análisis. Se denotan
354 por tanto como:

355
356
357

$$D_x^v = \begin{matrix} D_1^E \dots D_8^E \\ D_1^{Er} \dots D_8^{Er} \\ D_1^L \dots D_8^L \\ D_1^R \dots D_8^R \\ D_1^{VA} \dots D_8^{VA} \end{matrix} \quad (11)$$

360

361 El objetivo del cálculo de los coeficientes técnicos es principalmente proporcionar el insumo
362 necesario para el cálculo de la matriz inversa de Leontief, utilizada en conjunto con los
363 coeficientes de impacto directo, para estimar niveles de contaminación, empleo y
364 recaudación fiscal a un nivel total de la economía. Posteriormente, es necesario crear una
365 matriz identidad con la dimensión equivalente al número de sectores productivos. En este
366 caso, es una matriz identidad $I_{8 \times 8}$. Finalmente, se calcula la inversa de dicha matriz dando
367 como resultado la matriz inversa de Leontief que para este caso de estudio se denota como:
368 $(I_{8 \times 8} - A)^{-1}$.

369 **3.1 Estimación de Variables**

370 Para la estimación de las variables ambientales de Emisiones, Cantidad de Personas
371 Empleadas y Recaudación fiscal se tiene:

372

$$373 \quad X^v = [D^v L]f \quad (12)$$

374 Donde en términos matriciales es:

375



$$376 \quad X^v \begin{bmatrix} X^{Er} \\ X^E \\ X^L \\ X^R \\ X^{VA} \end{bmatrix} = [D^v \begin{bmatrix} D^{Er} \\ D^E \\ D^L \\ D^R \\ D^{VA} \end{bmatrix} - (I_{8 \times 8} - A)^{-1}] \times f \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_8 \end{bmatrix} \quad (13)$$

377

378 Posteriormente es necesario sumar el nivel de emisiones de los hogares y la recaudación
379 fiscal que significa el su consumo de combustibles. Esto se debe a que, por la naturaleza del
380 modelo, solo puede realizar el paso anterior con datos provenientes de los sectores
381 productivos y la información meramente monetaria ubicada en la demanda final, debido a
382 que los coeficientes de impacto directo son cuantificados únicamente mediante demandas
383 intermedias y no mediante consumo final de hogares y la demanda final. De manera que es
384 necesario suponer que el consumo final de los hogares permanece inalterado de manera
385 que las emisiones generadas por estos serán constantes. Mediante este ajuste es posible
386 obtener un nivel de emisiones total para la economía, también el nivel de emisiones totales
387 causadas por hidrocarburos, así como el de la recaudación total del impuesto y por último
388 la cantidad de personas empleadas.

389

390 **4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL MIP CON EXTENSIÓN AMBIENTAL**

391 En la tabla 4, se presenta la MIP convencional en unidades monetarias y sus demandas
392 intermedias por sectores productivos representados por la letra A. Se presentan además las
393 variables que convierten este modelo insumo producto convencional en un MIP con
394 extensión ambiental que corresponden a cuatro filas con las variables: Emisiones Totales
395 (E) emisiones por consumo de combustibles que crean recaudación (Er), Cantidad de
396 Personas Empleadas (L) y Recaudación del Impuesto Único a los Combustibles (R), que
397 representan los valores asociados de estas con cada sector productivo.

398



399 **Tabla 4**
 400 **Costa Rica: Matriz Insumo Producto 2017 con Extensión Ambiental en Millones de dólares y Miles de Toneladas de CO₂.**

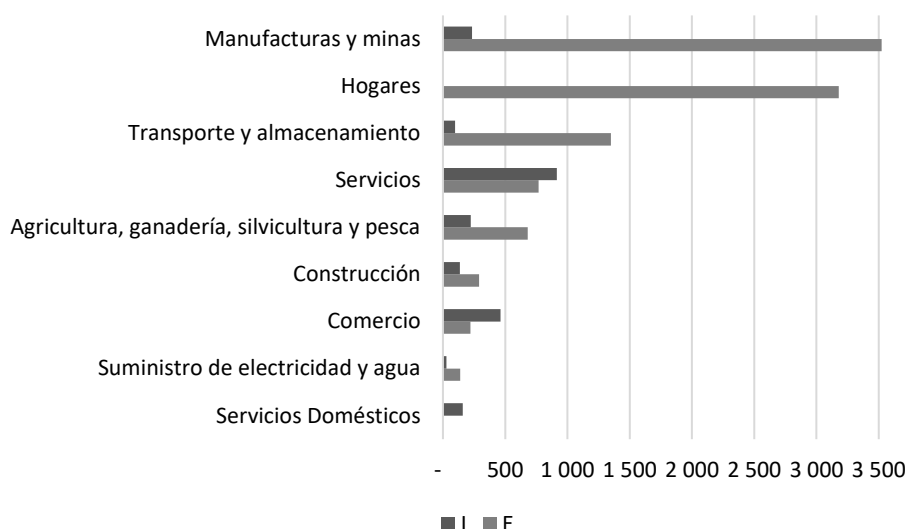
Sector	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	Consumo Hogar	Demanda Final	Utilización Total
A1	571	2.094	0	0	1	-	158	-	497	2.870	5.695
A2	620	1.756	62	1.393	225	52	1.430	-	5.337	13.954	19.492
A3	78	332	194	30	181	26	599	-	965	1.015	2.454
A4	7	79	40	774	73	29	606	-	83	6.040	7.649
A5	291	1.034	42	523	196	284	671	-	4.853	6.157	9.198
A6	253	452	12	73	382	564	265	-	1.977	2.927	4.928
A7	214	1.267	423	783	1.841	654	7.866	-	16.314	33.693	46.742
A8	-	-	-	-	-	-	-	-	761	761	761
Valor Añadido	2.827	7.203	1.561	2.778	5.759	2.578	32.426	761	-	55.892	-
Utilización Total	5.695	19.492	2.454	7.649	9.198	4.928	46.742	-	-	-	96.918
E	682	3.524	138	291	221	1.350	768	-	3.180	6.974	6.973.782
Er	657	1.167	70	291	221	1.350	637	-	2.720	4.393	4.392.508
L	223.331	234.209	29.280	136.456	461.104	98.100	915.622	158.810	-	2.098.102	-
R	83	147	9	37	28	171	81	0	344	899	0

401 Fuente: elaboración propia con datos del Banco Central de Costa Rica (2017) y el Ministerio de Hacienda (2017).



402 Con base en los datos presentados en la tabla 4 y para profundizar en el análisis, en la figura
403 1 se observa que los sectores que más aportan con emisiones de CO₂ son Manufactura y
404 minas, seguido de Hogares y Transporte y Almacenamiento. Cabe destacar que el sector
405 manufacturero y de transportes absorben poca mano de obra, por lo que son actividades
406 contaminantes que además generan poco empleo. En contraste, el sector Servicios
407 contribuye con una importante cantidad de empleos y sus actividades generan menos
408 emisiones que los otros sectores mencionados.

409 Destaca además el sector comercio que presenta un comportamiento inverso en
410 comparación con los otros sectores, pues contribuye más con la generación de empleos que
411 con la generación de CO₂.



412

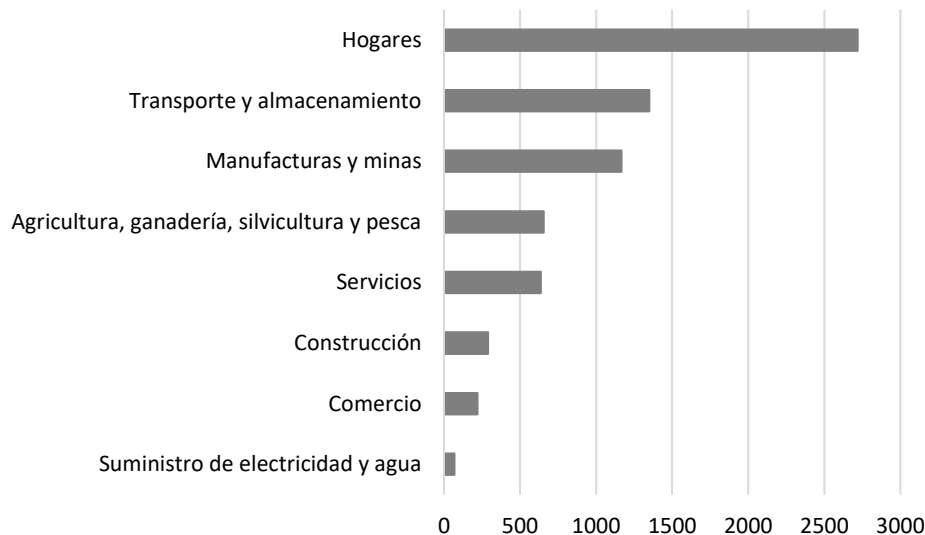
413 *Figura 1.* Costa Rica: Comparación de Emisiones Totales (E) y cantidad de personas empleadas (L) de los
414 sectores productivos y hogares. Emisiones medidas en miles de toneladas de CO₂.

415 Fuente: elaboración propia con datos de MIP con extensión ambiental.

416

417 Al revisar las emisiones que se generan a partir del consumo de combustibles y que pagan
418 impuestos (a los combustibles Er) se observa en la figura 2 que los Hogares superan por
419 mucho al resto de sectores de la economía, aportando más de 2700 millones de toneladas
420 de dióxido de carbono. En consecuencia, los hogares son el sector de la economía que más
421 contribuye con las emisiones de dióxido de carbono que crean recaudación de ingresos a
422 través del impuesto a los combustibles.





423

424 *Figura 2. Costa Rica: Generación de emisiones de los sectores productivos y de los Hogares que crean*
425 *recaudación (Er). En miles de Toneladas de CO₂.*

426 *Fuente: elaboración propia con datos de MIP con extensión ambiental.*

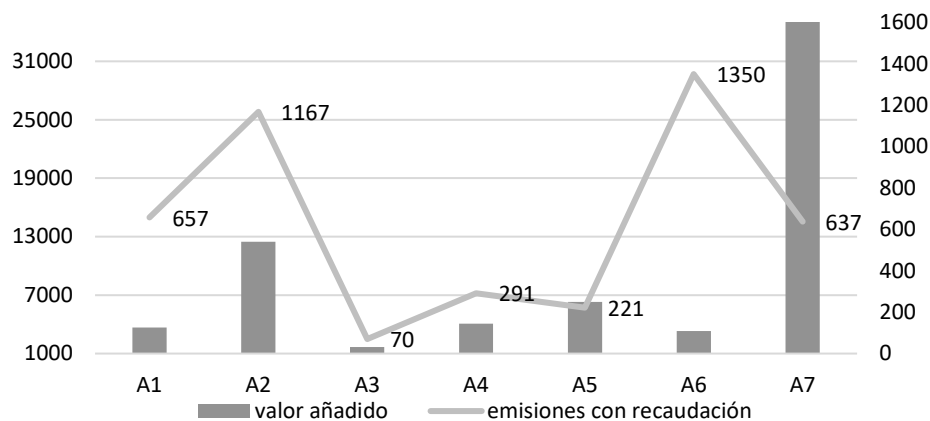
427

428 Le sigue en contribución con emisiones que crean recaudación el sector de Transporte y
429 Almacenamiento, con más de 1,3 millones de toneladas de CO₂, mientras que el sector de
430 Manufacturas y Minas ocupa el tercer lugar con poco más de 1,1 toneladas.

431 Analizando el valor añadido por sector productivo y las emisiones que generan recaudación,
432 en la figura 3 se observan resultados interesantes. Por ejemplo, el sector A1 (Agricultura,
433 ganadería, silvicultura y pesca), comparativamente contribuye poco con el valor agregado,
434 pero con las emisiones que generan recaudación, lo hace por encima del valor promedio.
435 Por su parte A7 (Servicios), aporta de manera importante al valor añadido, y también
436 contribuye con emisiones recaudatorias con el valor promedio sectorial. Estos resultados
437 podrían interpretarse como que el país tiene actividades productivas que aportan
438 grandemente a la economía y a la generación de riqueza sin hacerlo al mismo tiempo, con
439 emisiones de CO₂ más allá del promedio sectorial a través del consumo de combustibles
440 fósiles. También se presenta lo contrario, actividades productivas que merecen revisión y
441 análisis para identificar fuentes de energías alternativas que reduzcan su contribución con
442 el calentamiento global y mejoren su desempeño económico y eficiencia productiva, como
443 son: A1, A2, A6.

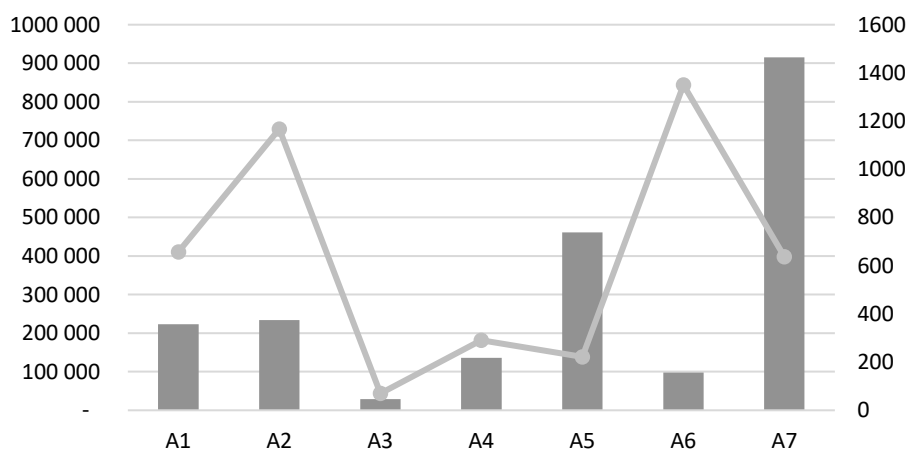
444





445
 446 *Figura 3. Costa Rica: Valor añadido y emisiones que crean recaudación por sector productivo en millones de*
 447 *dólares y miles de toneladas de CO₂.*
 448 *Fuente: elaboración propia con datos de MIP con extensión ambiental.*
 449

450 En relación con el número de personas empleadas en los diferentes sectores y la cantidad
 451 de emisiones que se generan recaudación, se observa en la figura 4 que el sector servicios
 452 también es el mayor generador de empleos con emisiones recaudatorias de
 453 aproximadamente 635 millones de dólares. Esa misma cantidad aproximadamente genera
 454 el sector agrícola, pero con muchos menos empleos.
 455



456
 457 *Figura 4. Costa Rica: Número de personas empleadas (miles) y emisiones que crean recaudación por sector*
 458 *productivo (millones de dólares).*
 459 *Fuente: elaboración propia con datos de MIP con extensión ambiental.*



460 Se debe destacar además el papel del sector Manufacturas y minas que con
461 aproximadamente la misma cantidad de personas empleadas en todo el sector primario,
462 genera casi el doble de recaudación a través del consumo de combustibles fósiles.

463

464 Se observa además en esta comparación que el sector A5 (Comercio), con poco más de 460
465 mil empleos (casi el doble que el sector primario) genera poco más de 220 millones de
466 dólares por concepto de recaudación por el pago del impuesto a los combustibles.

467

468 **5. INDICADORES FISCALES AMBIENTALES**

469 Los indicadores fiscales ambientales y de empleo se calculan en dos etapas. La primera
470 etapa para cada sector productivo, donde se utilizan los datos ubicados en la matriz insumo
471 producto inicial (sin desarrollar todo el modelo insumo producto). La segunda etapa
472 corresponde al cálculo de indicadores para toda la economía, donde se desarrolla el modelo
473 insumo producto completo.

474

475 Como puede observarse en la tabla 5, se crean siete combinaciones de las variables
476 referentes a las externalidades generadas por las emisiones, la recaudación, valor añadido
477 y el empleo. Dada la combinación entre elementos monetarios, físicos y cantidad de
478 empleos, se tiene que para el caso del primer indicador que compara las emisiones que
479 crean recaudación entre las emisiones totales, ambas variables tienen como unidad de
480 medida a la tonelada de dióxido de carbono (Ton CO₂), por lo tanto, este indicador es una
481 tasa que cuantifica el porcentaje del total de emisiones que corresponde a emisiones
482 producidas únicamente por derivados del petróleo que recaudan ingresos fiscales.

483

484 El segundo indicador mide la relación entre la recaudación fiscal proveniente del impuesto
485 a los combustibles respecto a las emisiones que estos mismos combustibles crean, sus
486 resultados pueden ser interpretados de dos formas. Por cada kilogramo de dióxido de
487 carbono se recauda cierta cantidad de colones, o bien, para recaudar esa cantidad de
488 colones mediante el impuesto a los combustibles, el sector j o la economía necesitan emitir
489 al ambiente un kilogramo de CO₂.

490

491

492



493 **Tabla 5**
 494 Costa Rica: Indicadores para la relación fiscal, ambiental y de trabajo del MIP con extensión
 495 ambiental

Indicador	Abreviatura	Unidades de Medida Involucradas	Interpretación
Emisiones que Crean Recaudación entre Emisiones Totales	Índice de Er/E	(tasa de comparación entre toneladas de CO ₂)	Porcentaje de las emisiones producto de recaudación respecto al total de emisiones.
Recaudación entre la Cantidad de Emisiones que Crean Recaudación	Índice R/Er	Dólar / Tonelada de CO ₂	Dólar recaudado por cada tonelada de CO ₂
Recaudación entre la Cantidad de Personas Empleadas	Índice R/L	Dólar / Puesto de Trabajo	Dólar recaudado por puesto de trabajo
Emisiones totales entre Cantidad de Personas Empleadas	Índice E/L	Ton de CO ₂ / Puestos de Trabajo	Tonelada de CO ₂ por cada puesto de trabajo
Emisiones que Crean Recaudación entre Cantidad de Personas Empleadas	Índice Er/L	Ton de CO ₂ que recaudan / Puesto de Trabajo	Cantidad de toneladas de CO ₂ por cada puesto de trabajo.
Valor Agregado entre Recaudación	Índice VA/R	Dólares	Dólares de Valor Agregado por cada dólar recaudado en Impuesto a Combustibles
Valor Agregado entre Emisiones que Crean Recaudación	Índice VA/Er	Dólar / Tonelada de CO ₂	Dólares de Valor Agregado por cada Tonelada de CO ₂ que crea Recaudación

496 Fuente: elaboración propia.

497 El tercer indicador mide la recaudación generada por cada puesto de trabajo, de tal manera
 498 que los resultados se interpretan como la cantidad de colones recaudados mediante el



499 impuesto a los combustibles por cada puesto de trabajo en la economía. De esta manera se
500 establecen dos indicadores que identifican una relación entre una variable fiscal con una
501 externalidad (emisiones de CO₂) y un beneficio social (personas empleadas), señalando de
502 esta manera el nivel de dependencia fiscal hacia la contaminación y por otra parte un
503 aproximado de la cantidad de recaudación que un trabajador en Costa Rica puede generar
504 mediante la utilización de combustibles por parte del sector que lo emplea.

505

506 Mediante el cuarto y quinto indicador se estima una relación entre las variables de la
507 externalidad contabilizada por medio de emisiones de CO₂ con respecto a la cantidad de
508 personas empleadas. El resultado indica que, por cada puesto de empleo, se genera una
509 cantidad de emisiones de CO₂. Esto tanto para las emisiones totales como para las
510 provenientes de combustibles que pagan impuestos. Los indicadores seis y siete tienen
511 como propósito mostrar la relación entre el valor agregado por cada dólar recaudado por
512 el impuesto único y el valor agregado por cada tonelada de CO₂ emitida por hidrocarburos
513 que tributan. Los resultados de los indicadores a nivel de los sectores productivos
514 identificados se presentan en la tabla 6.

515

516 **Tabla 6**

517 Indicadores fiscales ambientales y de Cantidad de Empleos por sector productivo y consumo
518 de Hogares.

Indicador Sector	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Índice de Er/E	96%	33%	51%	100%	100%	100%	83%
Índice R/Er	\$ 126	\$ 126	\$ 126	\$ 126	\$ 126	\$ 126	\$ 126
Índice R/L	\$ 372	\$ 630	\$ 303	\$ 269	\$ 61	\$ 1 740	\$ 88
Índice E/L	3	15	5	2	5	14	1
Índice Er/L	3	5	2	2	5	14	1
Índice VA/R	\$34	\$49	\$176	\$76	\$206	\$15	\$403
Índice VA/Er	\$4	\$6	\$22	\$10	\$26	\$2	\$51

519 Fuente: elaboración propia.

520 Estos resultados muestran que, en el año 2017, el 100% de las emisiones de CO₂ de los
521 sectores de Construcción, Comercio, Transporte y Almacenamiento provienen de
522 combustibles fósiles que crean recaudación fiscal.



523 Para el sector Agropecuario un 96% de emisiones, crean recaudación. Le sigue los Hogares
524 con el 86% de las emisiones generadas con el consumo de combustibles fósiles y el pago
525 respectivo del impuesto a los combustibles. De los Servicios el 83% de las emisiones crean
526 recaudación de impuestos, mientras que Agua y Electricidad un 51% de sus emisiones.
527 Manufacturas y Minas generan un 33% de emisiones con recaudación. La recaudación fiscal
528 por cada tonelada de CO₂ es de \$126 para todos los sectores y el consumo final de los
529 hogares.

530 Por su parte, los sectores productivos crean empleos para sus diferentes procesos y
531 consumen combustible para realizarlos, como se ha observado la creación de estos puestos
532 de trabajo se realiza generando una determinada cantidad de emisiones de CO₂. En este
533 particular se tiene que cada trabajador del sector Transporte y Almacenamiento contribuye
534 con \$1.740 de recaudación fiscal. Mientras que los trabajadores que contribuyen con menor
535 recaudación son los de Comercio (\$61 por trabajador) y Servicios (\$88 por trabajador).

536 Respecto a los indicadores de emisiones de CO₂ y empleo, los puestos de trabajo de los
537 sectores Manufacturas y Minas y Transporte y Almacenamiento son los que contribuyen
538 mayoritariamente con emisiones. Este último genera 2.76 veces más emisiones
539 provenientes de combustibles que recaudan ingresos fiscales por cada trabajador
540 contratado. En cuanto a los demás sectores, el nivel de emisiones por trabajador es
541 equivalente al nivel de recaudación por trabajador.

542 En cuanto a los indicadores referentes al valor agregado, los sectores de servicios, comercio
543 y agua y electricidad son los que mayor valor agregado generan por cada dólar que aportan
544 a la recaudación de impuesto único a los combustibles, tal y como puede observar en el
545 indicador VA/R mostrado en la tabla 6. Así mismo, estos sectores en el mismo orden son los
546 que generan mayor valor agregado por cada tonelada de CO₂ emitida mediante el uso de
547 combustibles que pagan el impuesto ya mencionado, esto se puede corroborar en con el
548 indicador VA/Er en la tabla 6.

549 Los resultados de los indicadores a nivel total de la economía se presentan en la siguiente
550 tabla.

551

552

553

554



555 **Tabla 7**
 556 Costa Rica: Resultado e interpretación de los indicadores fiscales ambientales, de cantidad
 557 de empleo y valor agregado a nivel de la economía.

Indicador	Unidades de Medida Involucradas	Resultado	Interpretación
Índice de Er/E	(tasa)	0,70	El 70 por ciento de las emisiones se generan por combustibles que pagan el impuesto único anualmente.
Índice R/Er	Dólar / Ton de CO2	\$ 126	Cada Tonelada de CO2 equivale a 126 dólares recaudados por el IUC anualmente.
Índice R/L	Dólar / Puesto de Trabajo	\$ 398	Cada puesto de trabajo es capaz de contribuir con recaudar 398 dólares por el Impuesto Único a los Combustibles anualmente.
Índice E/L	Tonelada de CO2 / Puestos de Trabajo	4,5	Por cada puesto de trabajo, se generan 4.5 toneladas de CO2 anualmente.
Índice Er/L	Tonelada de CO2 que recaudan / Puesto de Trabajo	3,2	Por cada puesto de trabajo se generan 3.2 toneladas de CO2 emitidos por hidrocarburos que recaudan el Impuesto Único a los Combustibles anualmente
Índice VA/R	Dólares de Valor Agregado por cada dólar recaudado	\$ 62	En promedio, por cada 62 dólares de valor agregado se recauda un dólar producto del impuesto único a los combustibles
Índice VA/Er	Dólares de Valor Agregado por cada tonelada de CO2 que crea recaudación fiscal	\$ 7 859	En promedio por cada tonelada de CO2 producto de hidrocarburos que pagan impuesto a combustibles, se producen 7859 dólares de valor agregado a la economía

558 Fuente: elaboración propia.

559 La tabla 7 muestra los indicadores a nivel macro en el escenario base, es decir, surgen
 560 directamente de la matriz insumo producto, ubicada en la tabla 4, a partir de los niveles de
 561 producción, empleo, contaminación tal y como se registraron en 2017. Estos muestran que
 562 el 70% de las emisiones en Costa Rica para ese año, fueron causadas por hidrocarburos,
 563 también que por cada tonelada de CO₂ se recaudaban aproximadamente \$126. Además,



564 cada puesto de trabajo a un nivel macro crea una recaudación de \$398 mediante el
565 Impuesto Único a los Combustibles.

566 Respecto a los indicadores de emisiones generadas por cantidad de personas empleadas
567 muestran que, por cada puesto de trabajo, se generan 4.5 toneladas de CO₂ de emisiones
568 totales y respecto a las emisiones generadas por hidrocarburos que recaudan impuestos,
569 cada puesto de trabajo recaudaría 3.2 toneladas de CO₂. Por último, los indicadores que
570 contemplan el valor agregado muestran que, en términos generales de la economía, por
571 cada dólar recaudado mediante el impuesto único a los combustibles se generan \$62 de
572 valor agregado en la economía, posteriormente al comparar valor agregado con emisiones
573 de CO₂, que crean recaudación por el impuesto mencionado, se encuentra que por cada
574 tonelada emitida de este gas se generan \$7859 de valor agregado a la economía.

575 6. CONCLUSIONES

576 Se logra implementar una aplicación del Modelo Insumo Producto con Extensión Ambiental
577 capaz de estimar y evaluar escenarios en los que se modifica la producción en sectores
578 claves para reducir emisiones y analizar sus consecuencias y resultados mediante
579 indicadores que evalúan el estado de las finanzas públicas, las emisiones generadas por los
580 sectores productivos y puestos de trabajo generados a partir del consumo de combustibles
581 fósiles.

582 El cálculo de los indicadores arroja datos que reflejan una gran dependencia tanto de la
583 recaudación fiscal, así como los puestos de trabajo hacia el consumo de hidrocarburos
584 derivados del petróleo. Esto debe ser tomado en cuenta en las políticas energéticas de
585 descarbonización para lograr compensar la recaudación fiscal y mantener los puestos de
586 empleo de la mano con el acompañamiento y capacitación necesarios para conducir a los
587 sectores productivos hacia procesos más ecoeficientes y generadores de valor agregado
588 limpio.

589 Los resultados permiten además entender que los puestos de trabajo en Costa Rica también
590 contribuyen con la contaminación, dada la dependencia de los sectores productivos al
591 consumo de combustibles fósiles. En esta línea se hace necesario retomar y profundizar en
592 el análisis futuro del mercado laboral (oferta y demanda) para identificar estrategias para
593 la resiliencia la fuerza laboral en el país, de acuerdo con el desarrollo que se desea construir.

594 De tal manera que es necesario que toda política pública fiscal-energética contemple
595 acciones capaces de mantener y ampliar los puestos de trabajo generados en procesos
596 productivos no contaminantes.



597 Los resultados obtenidos demuestran la urgente necesidad de llevar a cabo acciones de
598 corto y largo plazo, para reorientar la transformación del cambio en el sector energético y
599 con ello claramente contribuir con el logro objetivos ambientales que desde hace décadas
600 el país ha planteado y que se han constituido en un reto actual y futuro.

601 Se hace impostergable tomar acciones que propicien cambios en el tipo de energía que
602 utilizan los sectores productivos. Estas acciones deben tener el claro propósito de contribuir
603 en la mejora del bienestar de la sociedad costarricense.

604 Estas acciones implican la identificación de nuevos instrumentos fiscales para la captación
605 de ingresos (tributarios y no tributarios), al mismo tiempo que se plantean mecanismos de
606 gasto más eficientes y eficaces.

607 El modelo MIP con extensión ambiental presentado, así como los indicadores planteados
608 pueden ser replicados y utilizados en diferentes escenarios de análisis futuros y desde luego
609 ser aprovechado en las próximas actualizaciones de la matriz insumo producto y estadísticas
610 ambientales, tanto para Costa Rica como para cualquier otro país.

611 Los indicadores obtenidos invitan al análisis más integral de la implementación de la
612 estrategia de descarbonización de la economía costarricense, en el sentido de profundizar
613 sobre las implicaciones y efectos sobre el mercado laboral, sobre la implementación de
614 otras estrategias en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sostenible como son la
615 implementación del modelo de Economía Circular y la Bioeconomía.

616 7. REFERENCIAS

617 BCCR (2017). Cuenta energía principales cifras 2017. [https://www.bccr.fi.cr/indicadores-](https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentaEnergia/Cuenta-energia-principales-cifras-2017.pdf)
618 [economicos/DocCuentaEnergia/Cuenta-energia-principales-cifras-2017.pdf](https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentaEnergia/Cuenta-energia-principales-cifras-2017.pdf)

619
620 BCCR (2017). Matriz Insumo Producto 2017 Producto por Producto.
621 [https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/cuentas-nacionales-periodo-de-](https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/cuentas-nacionales-periodo-de-referencia-2017)
622 [referencia-2017](https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/cuentas-nacionales-periodo-de-referencia-2017)

623
624 BCCR (2020). Actualización de la Cuenta de Energía para el 2020.
625 [https://www.bccr.fi.cr/comunicacion-y-prensa/Docs Comunicados Prensa/CP-](https://www.bccr.fi.cr/comunicacion-y-prensa/Docs Comunicados Prensa/CP-BCCR-043-2020-Actualizacion Cuenta Energia 2017.pdf)
626 [BCCR-043-2020-Actualizacion Cuenta Energia 2017.pdf](https://www.bccr.fi.cr/comunicacion-y-prensa/Docs Comunicados Prensa/CP-BCCR-043-2020-Actualizacion Cuenta Energia 2017.pdf)

627
628 Blanco Salas, K. Chacón Araya, A. Jiménez Valverde, G. Sasa Marín J. y Montenegro
629 Ballesteros, J. (2015). Inventario Nacional de gases de efecto invernadero y absorción



- 630 de carbono 2015. [https://cambioclimatico.go.cr/wp-](https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2020/10/NIR-2015-InventarioGEI.pdf?x71265)
631 [content/uploads/2020/10/NIR-2015-InventarioGEI.pdf?x71265](https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2020/10/NIR-2015-InventarioGEI.pdf?x71265)
632
633 Contraloría General de la República, CGR. (2021). Desafíos de la transición energética desde
634 la perspectiva de la hacienda pública.
635 [https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docsweb/documentos/publicaciones-cgr/otras-](https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docsweb/documentos/publicaciones-cgr/otras-publicaciones/informe-transicion-energetica.pdf)
636 [publicaciones/informe-transicion-energetica.pdf](https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docsweb/documentos/publicaciones-cgr/otras-publicaciones/informe-transicion-energetica.pdf)
637
638 Miller, Ronald E., y Blair, Peter D. (2009). Input-Output Analysis Foundations and Extensions.
639 Segunda edición. Ed. Cambridge University Press, Reino Unido, 2009.
640
641 Ministerio de Hacienda (2021). Cifras mensuales de ingresos y gastos.
642 [https://www.hacienda.go.cr/contenido/139-cifras-mensuales-de-ingresos-gastos-](https://www.hacienda.go.cr/contenido/139-cifras-mensuales-de-ingresos-gastos-y-financiamiento-del-gobierno-central)
643 [y-financiamiento-del-gobierno-central](https://www.hacienda.go.cr/contenido/139-cifras-mensuales-de-ingresos-gastos-y-financiamiento-del-gobierno-central)
644
645 Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE), (2021). Reporte de ventas anuales (barriles
646 y M3). <https://www.recope.go.cr/productos/ventas/>
647
648 Schuschny, A. R., United Nations, Economic Commission for Latin America and the
649 Caribbean, & División de Estadística y Proyecciones. (2005). Tópicos sobre el modelo
650 de insumo-producto: Teoría y aplicaciones. Naciones Unidas, CEPAL, División de
651 Estadística y Proyecciones Económicas.

