

# MIP con enfoque en Energía

- Modelización del sector eléctrico: expansión de la Matriz Input-Output para el Análisis Económico y Ambiental de la Transición Energética

*Reunión Híbrida, 11 OCTUBRE de 2023*

*13:55 – 14:15hrs*

*Hora de Chile, UTC-3*

Presentador: George Kerrigan Richard. Investigador y Consultor CEPAL



NACIONES UNIDAS

CEPAL



*"Los modelos son un elemento real y esencial en la preparación de políticas bien coordinadas. Pero no pueden hacer este trabajo por sí mismos. Los modelos constituyen un marco, o un esqueleto y la carne y la sangre tendrán que ser añadidas con mucho sentido común y conocimiento de los detalles".*

*Jan Tinbergen,*

*Discurso de recepción de Premio Nobel de Economía, 1969*



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Trabajando por  
un futuro productivo,  
inclusivo y sostenible

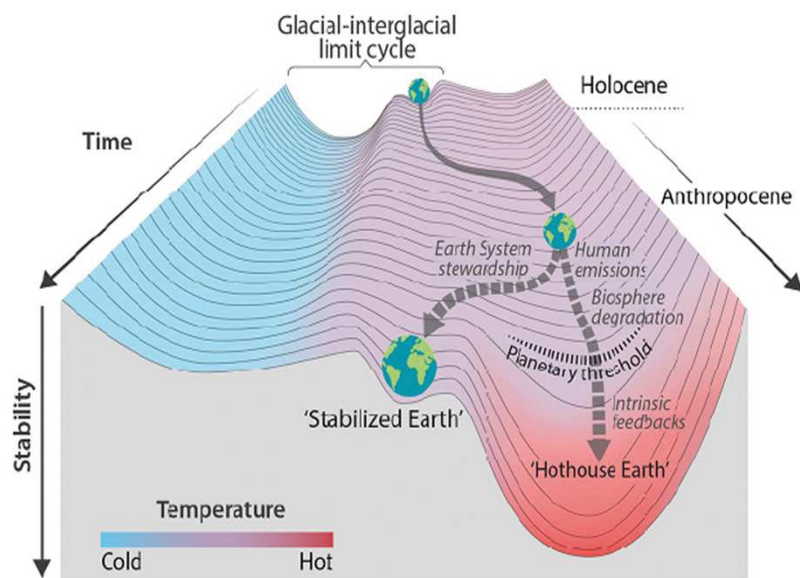
# Índice de contenido

- Introducción.
- Objetivo de la Expansión de la Matriz Insumo Producto.
- Metodología.
- Resultados.

Insertar aquí título de la presentación



# Introducción



- Umbrales planetarios y riesgos de una senda de calentamiento global de la tierra. Fuente: Steffen et al. (2018).

- La Figura muestra la senda del sistema de la Tierra fuera del ciclo límite glacial-interglacial anterior a su posición actual en el antropoceno más caliente. Actualmente, el Sistema Tierra se encuentra en una senda de calentamiento global impulsado por las emisiones de gases de efecto invernadero y la degradación de la biosfera hacia un umbral planetario a + 2 ° C, más allá del cual el sistema sigue un camino esencialmente irreversible impulsado por retroalimentaciones biogeofísicas intrínsecas.

- El otro camino conduce a la Tierra Estabilizada, un camino de administración del Sistema Tierra guiado por retroalimentaciones creadas por el hombre a una cuenca de atracción casi estable y mantenida por el hombre. La "estabilidad" (eje vertical) se define aquí como la inversa de la energía potencial del sistema. Los sistemas en un estado altamente estable (valle profundo) tienen baja energía potencial, y se requiere una cantidad considerable de energía para sacarlos de este estado estable. Los sistemas en un estado inestable (cima de una colina) tienen una alta energía potencial, y requieren solo un poco de energía adicional para empujarlos fuera de la colina y hacia abajo hacia un valle de menor energía potencial.

## Midiendo los efectos de la transición Energética

Los impactos macroeconómicos de los impactos de la transición surgen de un cambio fundamental en la fuente de energía y el uso de la tierra que afectará a todos los sectores de la economía. Existe un alto riesgo de que este cambio podría llevar a que parte del stock de capital existente se "quede varado" y a fricciones en el mercado laboral a medida que la economía cambie hacia actividades de emisiones netas más bajas y, en última instancia, cero.

El tamaño de los impactos dependerá de cuán gradual y predecible, o abrupta y desordenada, tenga lugar esta transición, y cómo la inversión en nuevas tecnologías afecte la productividad.

Es probable que estos impactos afecten a las economías de diferentes maneras dependiendo de la estructura económica, los entornos institucionales y las políticas climáticas específicas aplicadas.

Estas políticas podrían incluir la política fiscal (por ejemplo, la fijación de precios del carbono, la inversión pública o las subvenciones), la política estructural (política de competencia o política del mercado laboral para ayudar a facilitar la transición, lo que afecta a la dinámica de los salarios y los precios) y la regulación y las normas (por ejemplo, el establecimiento de normas u objetivos de emisiones para determinados sectores).

# PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA ESTRATÉGICA A LARGO PLAZO

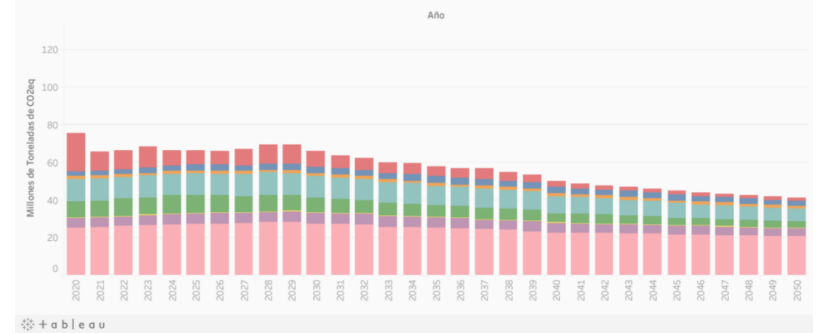
## Evaluación de los Escenarios Energéticos desde el punto de vista Económico, Ambiental y Social



| Factores  | Escenario A              | Escenario B | Escenario C              | Escenario D | Escenario E |
|---|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|
| 1. Disposición social para proyectos (+)            | + Costo y con carbón CCS | Libre       | + Costo y con carbón CCS | + Costo     | + Costo     |
| (Intensidad de retiro de centrales a carbón)        | (Alta)                   | (Baja)      | (Alta)                   | (Media)     | (Media)     |
| 2. Demanda energética                               | Baja                     | Alta        | Media                    | Baja        | Alta        |
| 3. Cambio tecnológico en almacenamiento en baterías | Alto                     | Bajo        | Medio                    | Medio       | Alto        |
| 4. Costos de externalidades ambientales (**)        | Actual                   | +Alto       | Actual                   | Actual      | +Alto       |
| 5. Costos de inversión de tecnologías renovables    | Bajo                     | Bajo        | Medio                    | Alto        | Bajo        |
| 6. Precio de combustibles fósiles                   | Medio                    | Alto        | Bajo                     | Bajo        | Alto        |

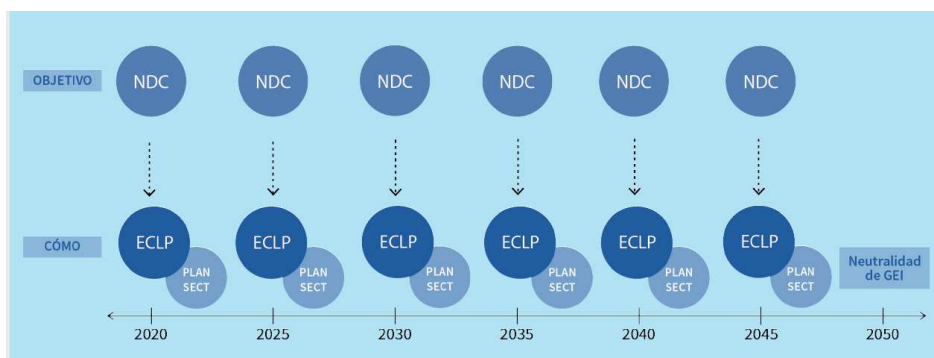
| Descripción de escenarios       | A     | B    | C     | D     | E     |
|---------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|
| Trayectoria de descarbonización | Alta  | Baja | Alta  | Media | Media |
| Nivel de demanda                | Baja  | Alta | Media | Baja  | Alta  |
| Costos de inversión renovable   | Bajo  | Bajo | Medio | Alto  | Bajo  |
| Precio de combustibles fósiles  | Medio | Alto | Bajo  | Bajo  | Alto  |

Emisiones por sector y combustible  
Carbono Neutralidad

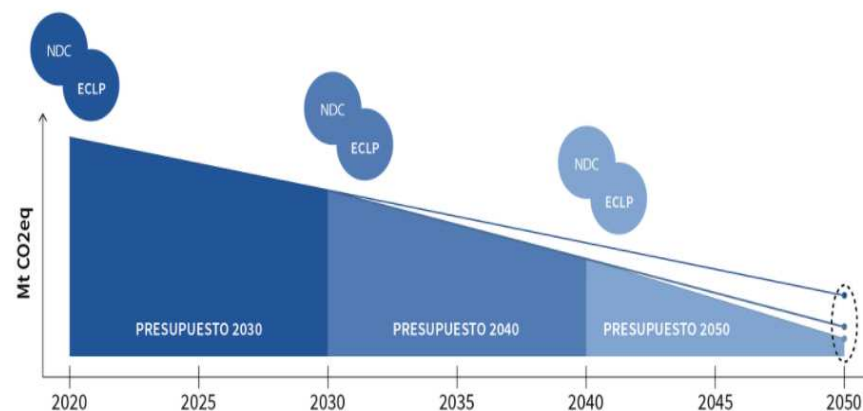


# SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA COORDINACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

## Ley Marco de Cambio Climático



Como tercer problema, se menciona la creciente demanda de actualizar, complementar y coordinar los diferentes instrumentos de gestión y procesos de planificación estratégica sectorial (energía y minería, etc.), las NDC y la Estrategia Climática a Largo Plazo.



Adicionalmente, es relevante que en cada actualización de la Estrategia Climática a Largo Plazo también se pueda ajustar el presupuesto nacional de emisiones para 2050, ya que esto puede variar respecto a lo establecido en la primera Estrategia Climática a Largo Plazo.





# Objetivo

## Objetivo de la Expansión de la Matriz Insumo Producto.

Múltiples argumentos han sido señalados para destacar la importancia de la expansión de la oferta energética proveniente de tecnologías que tienen un bajo nivel de emisiones de gases de efecto invernadero para la construcción de un nuevo estilo de desarrollo.

La contribución de este desarrollo de las estadísticas del Sistema de Cuentas Nacionales es proponer un enfoque para proporcionar una nueva matriz de Insumo Producto calibrada que cuantifique el impacto de cada tecnología de generación eléctrica en la economía, lo que la convierte en una herramienta para que los responsables de políticas evalúen los impactos económicos de la transición a una matriz energética de menor emisiones de gases de efecto invernadero.



# Metodología

## EXPANSION DEL SECTOR ELECTRICO EN LA MATRIZ DE INSUMO PRODUCTO

- Al respecto se han desarrollado diversos modelos computables para estimar el impacto económico de cambios en la composición de la matriz energética como consecuencia de una reducción del consumo de combustibles fósiles y una mayor incorporación de las energías renovables no convencionales.
- Estos han sido tradicionalmente clasificados en aquellos denominados modelos de ingeniería “bottom-up”, los cuales simulan las interacciones entre numerosas tecnologías que constituyen el sistema energético de una economía, y aquellos modelos macroeconómicos “top-down”, los cuales simulan los efectos sobre los precios de las interacciones de oferta y demanda de todos los mercados de bienes y servicios, energéticos y no energéticos.

- El presente estudio, siguiendo la metodología propuesta por Wing (2008), aplica un enfoque híbrido que incorpora características de las tecnológicas “bottom-up” en conjunto con un esquema macroeconómico “top-down”. El objetivo del estudio es el desarrollo de una metodología para de manera transparente integrar información de ingeniería relacionada con las diferentes tecnologías de generación en uso en las cuentas macroeconómicas sobre las cuales un modelo “top-down” es calibrado con datos empíricos.
- En el estudio se aplica un enfoque basado en lo que Hobbitt (1995) denomina Programación Matemática Positiva (Positive Mathematical Programming PMP), utilizando la información referente al sector de generación eléctrica para estimar la asignación de capital, trabajo, insumos energéticos y materiales entre diferentes actividades económicas y tecnologías de manera que sea consistente con tanto la participación de los insumos implícitos en los datos de la ingeniería de costos, y la condición de “of zero profit and market clearance” la cual define la estructura productiva del sector desde una perspectiva macroeconómica.

- Los resultados de la aplicación de esta metodología demuestran como las discrepancias entre los datos de la ingeniería de costos y la macroeconomía pueden ser reconciliados de una manera que es tanto transparente y aplicable a una variedad de aplicaciones de modelaje de políticas.
- Debe señalarse que el principal desafío de este enfoque es la dificultad involucrada en construir una base de datos que integre información macroeconómica con información detallada de ingeniería de las diferentes tecnologías que permita facilitar la calibración del modelo híbrido propuesto.
- Para ser consistente con el enfoque botón-up, la representación de los modelos híbridos de la oferta y la demanda por energía debiera reflejar adecuadamente las características (sus estructuras de composición de capital e insumos) de las diferentes ofertas tecnológicas y sus coeficientes de conversión. Simultáneamente, para ser consistente con el enfoque top-down, el nivel de actividad y la demanda por insumos de cada una de las tecnologías introducidas en el modelo híbrido debiera coincidir con la información inter-sector utilizada en el análisis macroeconómico (reflejadas en las matrices de Insumo Producto).

# Modelo IO-HE

El modelo IO-HE propuesto combina los modelos **top-down** y **bottom-up**.

## Modelo top-down

Matriz Insumo Producto (MIP)

|   |       |     |           |  |   |           |       |           |
|---|-------|-----|-----------|--|---|-----------|-------|-----------|
|   | ←     | $j$ | →         |  | ← | $d$       | →     |           |
|   | 1     | ... | $N_X$     |  | 1 | ...       | $N_G$ |           |
| ↑ | 1     |     |           |  |   |           |       | $y_1$     |
| ↓ | $i$   |     | $X_{i,j}$ |  |   | $G_{i,d}$ |       | ⋮         |
|   | $N_X$ |     |           |  |   |           |       | $y_{N_X}$ |

|   |       |  |           |  |
|---|-------|--|-----------|--|
| ↑ | 1     |  |           |  |
| ↓ | $f$   |  | $V_{f,j}$ |  |
|   | $N_V$ |  |           |  |

|       |     |           |
|-------|-----|-----------|
| $Y_1$ | ... | $Y_{N_X}$ |
|-------|-----|-----------|

*Fotografía instantánea de la estructura y relaciones económicas de una región o país, usualmente desarrollado por ente gubernamental*

## Modelo bottom-up

Información histórica, encuestas y modelos de ingeniería



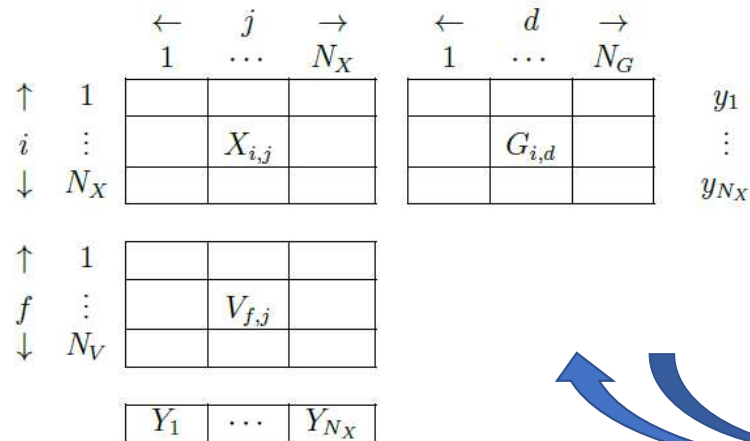
*Interacciones entre las tecnologías de generación del sistema energético y variables de relación con la economía*

# Modelo IO-HE

El modelo IO-HE propuesto combina los modelos **top-down** y **bottom-up**.

## Modelo top-down

Matriz Insumo Producto (MIP)



## Modelo bottom-up

Información histórica, encuestas y modelos de ingeniería



Se busca mejorar el detalle del sector **Generación de Electricidad** en la Matriz Insumo Producto e incluir nuevos sectores como el **Hidrógeno**

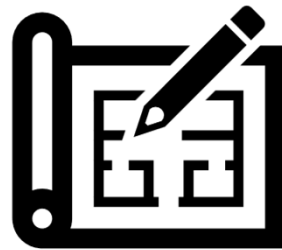


# Proceso de calibración

- Para obtener una MIP expandida a las diferentes tecnologías de generación de acuerdo con las participaciones bottom-up de trabajo y capital que refleje con precisión el sector eléctrico, es necesario un proceso de calibración para asignar los consumos intermedios por tecnología, con el objetivo de satisfacer:
  - i) representar una economía en equilibrio;
  - ii) mantener la suma de los valores totales de producción e insumos de todas las tecnologías de generación iguales a los valores originales de "generación de electricidad"; y
  - iii) mantener los valores totales de salida y entrada de todos los sectores restantes en el SAM calibrado iguales a sus valores en la MIP original.
- Como resultado, la MIP calibrada es consistente con los modelos Top-down y Bottom-up y puede proporcionar proyecciones realistas y conocimientos sobre el impacto económico de cada una de las tecnologías. Permittedo destacar el papel específico desempeñado por cada tecnología de generación en la configuración de la economía.

## Etapas de la calibración

- Para ser consistente con el enfoque botón-up, la representación de los modelos híbridos de la oferta y la demanda por energía debiera reflejar adecuadamente las características (sus estructuras de composición de capital e insumos) de las diferentes ofertas tecnológicas y sus coeficientes de conversión. Simultáneamente, para ser consistente con el enfoque top-down, el nivel de actividad y la demanda por insumos de cada una de las tecnologías introducidas en el modelo híbrido debiera coincidir con la información inter-sector utilizada en el análisis macroeconómico (reflejadas en las matrices de Insumo Producto).
- El proceso de calibración de la MIP expandida de la actividad de generación eléctrica en cada una de las tecnologías de generación se realiza siguiendo los siguientes pasos:
  - i. Paso 1. Asignación de los consumos intermedios para cada tecnología de acuerdo a la participación en la generación de cada una en el total de generación.
  - ii. Paso 2. Asignación de los consumos intermedios para cada tecnología de acuerdo a criterios técnicos definidos por consenso.
  - iii. Paso 3. Asignación de los consumos intermedios totales para cada tecnología de modo de ajustar estos a la participación del trabajo y el capital (remuneraciones y excedente de la explotación bruto) obtenido del modelo bottom-up para los valores del Valor Agregado calculado.



La Información necesaria .....

## Chile Matriz de Insumo Producto. Miles de millones de pesos de 2016.

| Actividad                           | Electricidad, gas, agua y gestión de desechos |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | Total          |
|-------------------------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|                                     | 1   | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             | 10            | 11            | 12            |                |
| 1                                   | 1.941   | 1             | 6.784         | 39            | 6             | 292           | 4             | 3             | 1             | 19            | 46            | 43            | 9.179          |
| 2                                   | 118   | 1.474         | 1.328         | 22            | 107           | 55            | 37            | 25            | 6             | 55            | 25            | 8             | 3.260          |
| 3                                   | 2.149   | 1.238         | 6.367         | 557           | 4.487         | 2.565         | 1.288         | 193           | 41            | 565           | 1.165         | 266           | 20.879         |
| 4                                   | 119   | 1.812         | 1.633         | 3.883         | 124           | 593           | 307           | 66            | 98            | 174           | 436           | 444           | 9.689          |
| 5                                   | 29  | 17            | 55            | 101           | 3.181         | 315           | 171           | 19            | 2.188         | 86            | 330           | 308           | 6.800          |
| 6                                   | 602   | 760           | 2.048         | 276           | 1.283         | 2.942         | 1.830         | 172           | 58            | 785           | 1.164         | 227           | 12.148         |
| 7                                   | 475   | 990           | 2.905         | 301           | 458           | 3.512         | 4.309         | 567           | 55            | 1.096         | 534           | 407           | 15.607         |
| 8                                   | 395   | 177           | 860           | 251           | 680           | 1.212         | 574           | 1.422         | 786           | 435           | 236           | 18            | 7.045          |
| 9                                   | 52  | 70            | 275           | 35            | 80            | 1.882         | 610           | 138           | 247           | 573           | 654           | 95            | 4.711          |
| 10                                  | 401   | 2.705         | 3.279         | 520           | 1.270         | 3.384         | 2.528         | 1.318         | 313           | 2.944         | 1.168         | 532           | 20.363         |
| 11                                  | 11  | 39            | 164           | 16            | 26            | 140           | 165           | 58            | 12            | 91            | 986           | 45            | 1.754          |
| 12                                  | 15  | 41            | 131           | 21            | 17            | 157           | 112           | 15            | 4             | 32            | 45            | 40            | 629            |
| <b>Total</b>                        | <b>6.306</b>                                  | <b>9.322</b>  | <b>25.830</b> | <b>6.022</b>  | <b>11.718</b> | <b>17.049</b> | <b>11.935</b> | <b>3.996</b>  | <b>3.809</b>  | <b>6.853</b>  | <b>6.788</b>  | <b>2.435</b>  | <b>112.063</b> |
| <b>Importaciones precios cif</b>    | <b>848</b>                                    | <b>1.774</b>  | <b>9.192</b>  | <b>1.413</b>  | <b>1.896</b>  | <b>1.796</b>  | <b>3.362</b>  | <b>875</b>    | <b>51</b>     | <b>683</b>    | <b>614</b>    | <b>541</b>    | <b>23.046</b>  |
| Impuestos sobre productos           | 43  | 3             | 29            | 5             | 59            | 46            | 668           | 393           | 56            | 317           | 895           | 447           | 2.962          |
| Derechos de importación             | 21  | 64            | 62            | 46            | 28            | 20            | 83            | 3             | 0             | 12            | 13            | 3             | 356            |
| <b>Valor agregado</b>               | <b>6.768</b>                                  | <b>13.652</b> | <b>16.393</b> | <b>5.189</b>  | <b>11.523</b> | <b>19.753</b> | <b>13.667</b> | <b>7.858</b>  | <b>12.880</b> | <b>17.307</b> | <b>19.643</b> | <b>8.204</b>  | <b>152.836</b> |
| Remuneraciones de asalariados       | 2.168   | 2.439         | 5.590         | 750           | 6.046         | 9.948         | 5.315         | 3.575         | 494           | 7.589         | 15.443        | 6.476         | 65.834         |
| Excedente bruto de explotación      | 4.422   | 11.157        | 10.617        | 4.383         | 5.266         | 9.446         | 8.823         | 4.127         | 11.664        | 9.629         | 3.971         | 1.711         | 85.215         |
| Impuestos netos sobre la producción | 178   | 56            | 186           | 56            | 211           | 359           | -470          | 156           | 722           | 90            | 229           | 17            | 1.788          |
| <b>Producción precios básicos</b>   | <b>13.986</b>                                 | <b>24.816</b> | <b>51.506</b> | <b>12.675</b> | <b>25.224</b> | <b>38.665</b> | <b>29.716</b> | <b>13.124</b> | <b>16.796</b> | <b>25.172</b> | <b>27.953</b> | <b>11.630</b> | <b>291.263</b> |

## Costa Rica: Matriz de Insumo Producto 2017. (Millones de colones).

| Producto / Producto                                     | Demanda Intermedia             |         |                         |  |   |              |                                  |   |                           |                                       |                         |                        |                      |            | Total de Demanda Intermedia | Consumo Hogares | Consumo de Gobierno | Formación Bruta de Capital Fijo | Variación de existencias | Exportaciones | Demanda Total | Utilización Total |            |
|---|--------------------------------|---------|-------------------------|--|---|--------------|----------------------------------|---|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------|---------------|-------------------|------------|
|   | Agropecuario-silvícola y Pesca | Minería | Industria manufacturera | Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado | Agua potable, evacuación, tratamiento y protec ambiente | Construcción | Comercio, hoteles y restaurantes | Transporte, comunicaciones y servicios de información | Intermediación financiera | Servicios inmobiliarios y de vivienda | Servicios empresariales | Administración pública | Servicios personales |            |                             |                 |                     |                                 |                          |               |               |                   |            |
| Agropecuario-silvícola y Pesca                          | 324.037                        | -       | 1.188.386               | 129  | 2   | 25           | 61.445                           | 10  | -                         | -                                     | 5.398                   | 20.973                 | 2.405                | 1.602.810  | 282.144                     | 293             | 103.026             | -30.919                         | 1.274.384                | 1.628.929     | 3.231.738     |                   |            |
| Minería   | 867                            | 5.002   | 28.401                  | 239  | 240   | 162.110      | 6                                | 81  | 0                         | 5.616                                 | 100                     | 1                      | 91                   | 202.755    | 1.503                       | -               | -                   | 3.862                           | 1.953                    | 7.318         | 210.073       |                   |            |
| Industria manufacturera                                 | 350.970                        | 11.921  | 950.967                 | 15.392   | 19.145  | 628.548      | 433.864                          | 78.883  | 26.011                    | 85.592                                | 100.783                 | 195.079                | 42.963               | 2.940.119  | 3.027.507                   | 32.263          | 208.515             | -6.725                          | 4.650.116                | 7.911.676     | 10.851.795    |                   |            |
| Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado      | 30.369                         | 5.004   | 166.588                 | 61.893   | 16.725  | 7.450        | 158.852                          | 44.111  | 13.247                    | 13.591                                | 42.077                  | 55.250                 | 23.217               | 638.374    | 329.783                     | -               | -                   | -                               | 10.880                   | 340.664       | 979.038       |                   |            |
| Agua potable, evacuación, tratamiento y protec ambiente | 14.000                         | 142     | 16.664                  | 1.170  | 30.249  | 9.586        | 40.438                           | 6.464   | 4.725                     | 6.107                                 | 8.772                   | 33.006                 | 6.859                | 178.182    | 218.083                     | -               | -                   | -                               | 17.250                   | 235.334       | 413.515       |                   |            |
| Construcción  | 3.963                          | 2.359   | 42.638                  | 14.843   | 7.895   | 439.365      | 81.542                           | 73.030  | 10.504                    | 85.319                                | 46.474                  | 79.747                 | 25.240               | 912.919    | 47.050                      | -               | 3.380.526           | -                               | -                        | 3.427.630     | 4.340.549     |                   |            |
| Comercio, hoteles y restaurantes                        | 155.429                        | 9.345   | 572.461                 | 9.414  | 9.372   | 288.310      | 192.261                          | 151.028   | 9.796                     | 33.956                                | 110.907                 | 112.618                | 42.100               | 1.696.997  | 3.719.514                   | 141.397         | 452.965             | 1.849                           | 1.170.436                | 5.486.162     | 7.183.159     |                   |            |
| Transporte, comunicaciones y servicios de información   | 166.167                        | 20.282  | 305.197                 | 13.191   | 15.405  | 72.589       | 330.465                          | 637.475   | 52.309                    | 15.760                                | 257.853                 | 94.862                 | 46.093               | 2.027.648  | 2.178.687                   | 3.251           | 208.623             | -                               | 1.212.065                | 3.602.627     | 5.630.275     |                   |            |
| Intermediación financiera                               | 16.995                         | 554     | 48.194                  | 22.116   | 8.971   | 30.641       | 214.091                          | 62.660  | 556.901                   | 185.576                               | 58.825                  | 96.780                 | 26.232               | 1.328.534  | 1.557.973                   | 47.653          | -                   | -                               | 74.969                   | 1.680.595     | 3.009.129     |                   |            |
| Servicios inmobiliarios y de vivienda                   | 2.275                          | 205     | 84.948                  | 78.943   | 3.863   | 9.356        | 334.620                          | 81.560  | 56.991                    | 52.018                                | 176.620                 | 119.379                | 30.575               | 1.031.354  | 2.579.043                   | -               | -                   | -                               | 179                      | 2.579.223     | 3.610.576     |                   |            |
| Servicios empresariales                                 | 86.113                         | 12.397  | 487.212                 | 62.314   | 41.483  | 379.120      | 596.371                          | 533.916   | 401.535                   | 176.396                               | 613.248                 | 315.841                | 104.526              | 3.810.474  | 284.855                     | -               | 156.286             | -                               | 1.934.114                | 2.375.255     | 6.185.729     |                   |            |
| Administración pública                                  | 2.005                          | 27      | 10.039                  | 742  | 402   | 990          | 9.798                            | 10.902  | 7.783                     | 1.583                                 | 17.020                  | 90.947                 | 16.229               | 168.467    | 1.954.707                   | 5.321.230       | -                   | -                               | 231.311                  | 7.507.248     | 7.675.715     |                   |            |
| Servicios personales                                    | 1.327                          | 34      | 11.407                  | 3.105  | 1.735   | 1.582        | 38.968                           | 15.075  | 21.270                    | 4.798                                 | 34.233                  | 31.148                 | 38.252               | 202.932    | 1.291.622                   | -               | 4.909               | -                               | 180.077                  | 1.476.608     | 1.679.540     |                   |            |
| Total de usos de origen nacional                        | 1.154.519                      | 67.272  | 3.913.102               | 283.489  | 155.486   | 2.029.672    | 2.990.060                        | 1.695.194   | 1.161.074                 | 666.312                               | 1.472.312               | 1.245.631              | 404.782              | 16.741.565 | 17.472.471                  | 5.546.087       | 4.514.850           | -31.933                         | 10.757.734               | 38.259.269    | 55.000.831    |                   |            |
| Total de usos de origen importado de la Economía Total  | 417.459                        | 26.164  | 2.783.039               | 24.709   | 25.995  | 586.857      | 549.971                          | 431.842   | 68.155                    | 63.191                                | 354.543                 | 305.327                | 81.365               | 5.718.617  | 3.385.014                   | 71.906          | 1.568.863           | -22.654                         | 374.436                  | 5.377.565     | 11.096.182    |                   |            |
| Impuestos sobre productos                               | 56.181                         | 10.328  | 175.640                 | 8.273  | 8.563   | 147.968      | 91.757                           | 173.545   | 16.920                    | 14.936                                | 59.381                  | 40.172                 | 21.958               | 825.622    | 1.514.163                   | -               | 165.200             | 9.811                           | 119.676                  | 1.808.849     | 2.634.472     |                   |            |
| Subsidios a los productos                               | -759                           | -1      | -1.099                  | -17  | -32   | -214         | -545                             | -112  | -73                       | -102                                  | -367                    | -402                   | -122                 | -3.845     | -5.851                      | -               | -                   | -                               | -                        | -5.851        | -9.696        |                   |            |
| Impuestos sobre los productos netos de subsidios        | 55.421                         | 10.327  | 174.541                 | 8.256  | 8.531   | 147.755      | 91.213                           | 173.433   | 16.847                    | 14.834                                | 59.014                  | 39.770                 | 21.837               | 821.778    | 1.508.312                   | -               | 165.200             | 9.811                           | 119.676                  | 1.802.998     | 2.624.776     |                   |            |
| Total de usos a precios comprador                       | 1.627.399                      | 103.764 | 6.870.682               | 316.453  | 190.012   | 2.764.283    | 3.133.905                        | 2.300.468   | 1.246.076                 | 744.337                               | 1.885.869               | 1.590.728              | 507.984              | 23.281.960 | 22.365.799                  | 5.617.994       | 6.248.912           | -44.775                         | 11.251.900               | 45.439.830    | 68.721.790    |                   |            |
| Valor Agregado Bruto Economía                           | 1.604.339                      | 106.309 | 3.981.113               | 662.585  | 223.503   | 1.576.266    | 4.049.254                        | 3.329.807   | 1.763.053                 | 2.866.239                             | 4.299.859               | 6.084.987              | 1.171.557            | 31.718.872 |                             |                 |                     |                                 |                          |               | -             | 31.718.872        |            |
| Producción de la Economía Total a                       | 3.231.738                      | 210.073 | 10.851.795              | 979.038  | 413.515   | 4.340.549    | 7.183.159                        | 5.630.275   | 3.009.129                 | 3.610.576                             | 6.185.729               | 7.675.715              | 1.679.540            | 55.000.832 |                             |                 |                     |                                 |                          |               |               | -                 | 55.000.832 |
| Producto Interno Bruto de la Economía Total             | 1.659.761                      | 116.637 | 4.155.654               | 670.840  | 232.034   | 1.724.020    | 4.140.467                        | 3.503.240   | 1.779.900                 | 2.881.073                             | 4.358.874               | 6.124.757              | 1.193.393            | 32.540.649 | 1.508.312                   | -               | 165.200             | 9.811                           | 119.676                  | 1.802.998     |               | 34.343.647        |            |

## Chile: Características de las tecnologías de generación (2016).

| Tecnología                                    | Tamaño*<br>(MW) | Costo Capital<br>(US\$/kW)** | Costo Variable O&M<br>(US\$/kWh) | Costo Fijo O&M<br>(US\$/kWh) | Heat rate o<br>Consumo<br>Especifico<br>(btu/kWh) | Factor de<br>Capacidad*** | Precio del Combustible<br>(US\$/MMbtu) |
|---|-----------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|---------------------------|--|
| Térmica a Carbón                              | 4849,9          | 3.000                        | 0,05164                          | 0,00806                      | 10.695  | 0,85                      | 4,6                                    |
| Térmica a Gas<br>Natural (Ciclo<br>Abierto)   | 5070,4          | 722                          | 0,08116                          | 0,00194                      | 9.000   | 0,85                      | 8,6                                    |
| Térmica a Gás<br>Natural (Ciclo<br>Combinado) |                 | 1.117                        | 0,08116                          | 0,00140                      | 6.500   | 0,91                      | 11,9                                   |
| Termica Diessel<br>(Turbina a Gas<br>Dual)    | 3306,8          | 899                          | 0,19649                          | 0,00226                      | 6.945   | 0,91                      | 27,3                                   |
| Termica Diessel<br>(Grupo Motor<br>Generador) |                 | 914                          | 0,14616                          | 0,00227                      | 7.500   | 0,92                      | 18,6                                   |
| Eolica  | 1102,3          | 2.049                        | 0,0000                           | 0,01258                      | 0   | 0,40                      | 0                                      |
| Solar Fotovoltaica                            | 1102,3          | 1.953                        | 0,0000                           | 0,00839                      | 0   | 0,30                      | 0                                      |
| Hidraulica de<br>Embalse                      | 3306,8          | 2.180                        | 0,0013                           | 0,00839                      | 0   | 0,45                      | 0                                      |
| Hidraulica de<br>Pasada (>20 MW)              | 2645,4          | 3.615                        | 0,0013                           | 0,00671                      | 0   | 0,45                      | 0                                      |
| Mini-Hidraulica<br>(<20 MW)                   | 440,9           | 3.470                        | 0,0013                           | 0,00112                      | 0   | 0,45                      | 0                                      |
| Termica a<br>Biomasa                          | 440,9           | 3.251                        | 0,04813                          | 0,00252                      | 45.001  | 0,80                      | 2,65                                   |

\* Capacidad Instalada \*\* Estudio de Determinación de Costos de Inversión 2016. CNE (2019). Tabla No 7.\*\*\* Fuente: Wing (2008) y validados por ACERA. Fuente: Elaboración del autor con base en cuadro Anexo...

## Costa Rica: Características de las tecnologías de generación (2017).

| Tecnología                       | Tamaño* | Costo Capital<br>(US\$/kW)** | Costo Variable<br>O&M<br>(US\$/kWh) | Costo Fijo O&M<br>(US\$/kWh) | Heat rate o                        | Factor de<br>Capacidad | Precio del<br>Combustible<br>(US\$/MMbtu) |
|----------------------------------|---------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------|---|
|                                  | (MW)    |                              |                                     |                              | Consumo<br>Especifico<br>(btu/kWh) |                        |   |
| Térmica Diesel                   | 491     | 914                          | 0,492                               | 0,239                        | 3.417                              | 0,009                  | 31,1                                      |
| Eólica                           | 370     | 316                          | 0,04                                | 0,004                        | 0,0                                | 0,40                   | 0   |
| Solar<br>Fotovoltaica            | 1       | 2.400                        | 0,07                                | 0,018                        | 0,0                                | 0,31                   | 0   |
| Geotérmica                       | 159     | 5.247                        | 0,026                               | 0,037                        | 0,0                                | 0,80                   | 0   |
| Hidráulica de<br>Embalse         | 1.553   | 2.760                        | 0,047                               | 0,007                        | 0,0                                | 0,42                   | 0   |
| Hidráulica de<br>Pasada (>20 MW) | 705     | 2.631                        | 0,047                               | 0,007                        | 0,0                                | 0,42                   | 0   |
| Mini-Hidráulica<br>(<20 MW)      | 92      | 666                          | 0,047                               | 0,002                        | 0,0                                | 0,42                   | 0   |
| Térmica a<br>Biomasa             | 38      | 914                          | 0,118                               | 0,02                         | 45.001                             | 0,26                   | 2,65                                      |

## México, Características de las tecnologías de generación (2013).

| Tecnología  | Tamaño*<br>(MW) | Costo<br>Capital<br>(US\$/kW)*<br>* | Costo<br>Variable<br>O&M<br>(US\$/kWh) | Costo Fijo<br>O&M<br>(US\$/kWh) | Heat rate o<br>Consumo<br>Especifico<br>(btu/kWh) | Factor de<br>Capacidad*** | Precio del<br>Combustible<br>(US\$/MMbtu) |
|---|-----------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|---|---------------------------|---|
| Termica a<br>Carbon   | 2.600           | 1.394                               | 0,01                                   | 0,0040                          | 8.205   | 0,80                      | 1,35                                      |
| Termoelectrica<br>Dual 1  | 2.778           | 1.394                               | 0,04                                   | 0,0045                          | 8.660   | 0,71                      | 4,84                                      |
| Turbogás  | 2.064           | 514                                 | 0,03                                   | 0,0047                          | 9.459   | 0,13                      | 3,01                                      |
| Termica<br>Diessel (Grupo<br>Motor<br>Generador) y<br>Termoelectrica<br>a vapor | 11.699          | 1.394                               | 0,09                                   | 0,0045                          | 8.660   | 0,71                      | 10,26                                     |
| Ciclo<br>combinado a<br>gas   | 19.760          | 733                                 | 0,02                                   | 0,0025                          | 6.362   | 0,68                      | 3,01                                      |
| Eolica  | 598             | 1.624                               | 0,00                                   | 0,0148                          | -   | 0,38                      | 0,00                                      |
| Solar<br>Fotovoltaica   | 64              | 1.895                               | 0,00                                   | 0,0108                          | -   | 0,20                      | 0,00                                      |
| Hidraulica de<br>Embalse  | 11.509          | 1.420                               | 0,004                                  | 0,0077                          | -   | 0,21                      | 0,89                                      |
| Nucleoeléctrica   | 1.400           | 5.162                               | 0,00                                   | 0,0196                          | 9.788   | 0,90                      | 0,42                                      |
| Geotermica  | 823             | 1.841                               | 0,0000                                 | 0,0148                          | 18.294  | 0,85                      | 0,00                                      |

Fuente: Elaboración del autor con base en datos de COPAR 2015. SENER.



Chile: Cantidades y Costos de los Insumos y Producción, y participación de los costos de insumos para diferentes tecnologías de generación sector eléctrico 2016.

| Tecnología | Produccion anual de electricidad (GWh) 2016 | Totales Costos Variables O&M (millones de US\$) | Totales Costos Fijos O&M (millones de US\$) | Costos Combustibles (millones de US\$) | Levelized Capital Cost (millones de US\$) | Costo del trabajo (millones de US\$) | Costo Total de Generacion (millones de US\$) | Costo de Generacion Unitario Promedio (US\$/kWh) | Costo Comb.(%) | Costo Capital (%) | Costo Trabajo (%) |
|------------|---|---|---|--|---|--------------------------------------|--|--|----------------|-------------------|-------------------|
| Carbon     | 32.506                                      | 1.679   | 261,9                                       | 1.337                                  | 3.483                                     | 603,3                                | 5.423,6                                      | 0,17   | 0,25           | 0,64              | 0,11              |
| Gas        | 12.559                                      | 1.019   | 24,4  | 370                                    | 876                                       | 673,9                                | 1.920,0                                      | 0,15   | 0,19           | 0,46              | 0,35              |
| Petroleo   | 2.216                                       | 435   | 5,0   | 207                                    | 712                                       | 233,9                                | 1.152,1                                      | 0,52   | 0,18           | 0,62              | 0,20              |
| Hidraulica | 19.208                                      | 25  | 161,1                                       | -                                      | 2.090                                     | 186,1                                | 2.276,0                                      | 0,12   | 0,00           | 0,92              | 0,08              |
| Solar FV   | 2.216                                       | -   | 18,6  | -                                      | 291                                       | 18,6                                 | 309,4  | 0,14   | 0,00           | 0,94              | 0,06              |
| Eolica     | 2.216                                       | -   | 27,9  | -                                      | 291                                       | 27,9                                 | 318,7  | 0,14   | 0,00           | 0,91              | 0,09              |
| Biomasa    | 2.955                                       | 142   | 7,4   | 27                                     | 47  | 122,9                                | 196,2  | 0,07   | 0,14           | 0,24              | 0,63              |

Fuente: Elaboración del autor con base en cuadro Anexo...

## Costa Rica: Cantidades y Costos de los Insumos y Producción, y participación de los costos de insumos para diferentes tecnologías de generación.

|   | Produccion anual de electricidad (GWh) 2017 | Totales Costos Variables O&M (millones de US\$) | Totales Costos Fijos (millones de US\$) | Costos O&M de (millones de US\$) | Costos Combustibles (millones de US\$) | Levelized Capital Cost (millones de US\$) | Costo del trabajo + Materiales (millones de US\$) | Costo Total de Generacion (millones de US\$) | Costo de Generacion Unitario Promedio (US\$/kWh) | Costo Comb.(%) | Costo Capital (%) | Costo Trabajo + Materiales (%) |
|---|---|---|---|----------------------------------|--|---|---|--|--|----------------|-------------------|--------------------------------|
| Termica Diessel (Grupo Motor Generador) | 37,4  | 18,4178   |   | 8,9717                           | 4,0                                    | 107                                       | 23,4  | 134,8  | 3,60   | 0,03           | 0,80              | 0,17                           |
| Geotérmica                              | 1.118                                       | 29  |   | 41,7                             | -                                      | 200                                       | 71,1  | 271,0  | 0,24   | 0,00           | 0,74              | 0,26                           |
| Hidráulica de Embalse                   | 5.734                                       | 266,65  |   | 42,9                             | -                                      | 1.026,23                                  | 309,5   | 1.335,8                                      | 0,23   | 0,00           | 0,77              | 0,23                           |
| Hidráulica de Pasada (>20 MW)           | 2.603                                       | 121   |   | 18,6                             | -                                      | 444                                       | 139,6   | 583,7  | 0,22   | 0,00           | 0,76              | 0,24                           |
| Mini-Hidráulica (<20 MW)                | 339,4                                       | 15,78   |   | 0,61                             | -                                      | 15  | 16,4  | 31,1   | 0,09   | 0,00           | 0,47              | 0,53                           |
| Solar FV                                | 2,7   | 0,20  | 0,048                                   |                                  | -                                      | 0,57                                      | 0,24  | 0,8  | 0,30   | 0,00           | 0,70              | 0,30                           |
| Eolica                                  | 1.287,7                                     | 53  |   | 4,7                              | -                                      | 28  | 57,3  | 85,4   | 0,07   | 0,00           | 0,33              | 0,67                           |
| Biomasa                                 | 87,5  | 10  |   | 1,4                              | 1                                      | 8   | 10,9  | 20,0   | 0,23   | 0,04           | 0,41              | 0,55                           |

México,  
Cantidades y  
Costos de los  
Insumos y  
Producción, y  
participación de  
los costos de  
insumos para  
diferentes  
tecnologías de  
generación.

|                        | Producción<br>anual de<br>electricidad<br>(GWh) 2013 | Totales<br>Costos<br>Variables<br>O&M<br>(millones de<br>US\$) | Totales<br>Costos<br>Fijos<br>O&M<br>(millones de<br>US\$) | Costos<br>Combustibles<br>(millones de<br>US\$) | Levelized<br>Capital<br>Cost<br>(millones de<br>US\$) | Costo del<br>trabajo<br>(millones de<br>US\$) | Costo<br>Total de<br>Generación<br>(millones de<br>US\$) | Costo de<br>Generación<br>Unitario<br>Promedio<br>(US\$/kWh) | Costo<br>Combustible<br>(%) | Costo<br>Capital<br>(%) | Costo<br>Trabajo<br>&<br>Materiales<br>(%) |
|------------------------|--|--|--|---|---|---|--|--|-----------------------------|-------------------------|--|
| Turbinas a<br>Petroleo | 58.012   | 5.387  | 260  | 2.031   | 3.903   | 3.616   | 9.551  | <b>0,16</b>  | <b>21%</b>                  | <b>41%</b>              | <b>38%</b>                                 |
| Turbinas a<br>Carbon   | 18.647   | 215  | 74   | 86  | 868   | 203   | 1.157  | <b>0,06</b>  | <b>7%</b>                   | <b>75%</b>              | <b>18%</b>                                 |
| Turbinas a<br>Gas      | 140.999  | 3.308  | 394  | 1.449   | 3.038   | 2.252   | 6.739  | <b>0,05</b>  | <b>22%</b>                  | <b>45%</b>              | <b>33%</b>                                 |
| Hidrogenación          | 31.078   | 114  | 239  | 94  | 3.912   | 259   | 4.265  | <b>0,14</b>  | <b>2%</b>                   | <b>92%</b>              | <b>6%</b>                                  |
| Solar                  | 2.072  | -  | 22   | -   | 29  | 22  | 51   | <b>0,02</b>  | <b>0%</b>                   | <b>56%</b>              | <b>44%</b>                                 |
| Eolica                 | 3.140  | -  | 47   | -   | 232   | 47  | 279  | <b>0,09</b>  | <b>0%</b>                   | <b>83%</b>              | <b>17%</b>                                 |
| Geotermica             | 8.287  | -  | 123  | -   | 363   | 123   | 486  | <b>0,06</b>  | <b>0%</b>                   | <b>75%</b>              | <b>25%</b>                                 |
| Nucleoeléctrica        | 14.503   | 62   | 285  | 21  | 1.730   | 326   | 2.077  | <b>0,14</b>  | <b>1%</b>                   | <b>83%</b>              | <b>16%</b>                                 |
| Total                  | 276.737  | 9.087  | 1.444  | 3.681   | 14.074  | 6.849   | 24.605   |  |                             |                         |  |

## Costa Rica: Vectores de Combustible, Trabajo y Capital en cada una de las tecnologías.

| Tecnología                                    | Costos Totales Unitarios<br>(2017 US\$/kWh) | Costo Total | Trabajo | Materiales | Capital | Combustible |
|---|---|-------------|---------|------------|---------|-------------|
| Termica Diessel<br>(Grupo Motor<br>Generador) | 2,07  | 100%        | 0,12    | 0,07       | 0,76    | 0,05        |
| Eólica  | 0,12  | 100%        | 0,27    | 0,07       | 0,65    | 0,00        |
| Solar Fotovoltaica                            | 0,15  | 100%        | 0,24    | 0,25       | 0,50    | 0,00        |
| Geotérmica                                    | 0,10  | 100%        | 0,18    | 0,38       | 0,44    | 0,00        |
| Hidráulica                                    | 0,09  | 100%        | 0,29    | 0,28       | 0,43    | 0,00        |
| Térmica a Biomasa                             | 0,11  | 100%        | 0,30    | 0,44       | 0,23    | 0,02        |

## Costa Rica: Distribución del Capital por tecnología.

| Millones de Colones     | Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado AE 82 | Térmica | Hidráulica | Eólica | Geotérmica | Biomasa | Solar |
|-------------------------|--|---------|------------|--------|------------|---------|-------|
| Consumo de capital fijo | 237.309  | 890     | 184.187    | 24.483 | 25.086     | 2.633   | 29    |
| Participación %         | 100%   | 0,37    | 77,61      | 10,47  | 10,73      | 1,10    | 0,01  |

## Costa Rica: Distribución del Costo del Trabajo por tecnología

| Millones de Colones             | Energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado AE 82 | Térmica | Hidráulica | Eólica | Geotérmica | Biomasa | Solar |
|---------------------------------|--|---------|------------|--------|------------|---------|-------|
| Remuneración de los asalariados | 240.836  | 682     | 179.390    | 33.932 | 19.222     | 7.587   | 22    |
| Participación %                 | 100%   | 0,28    | 74,48      | 13,86  | 7,98       | 3,15    | 0,01  |

México, Vectores de Energía, Trabajo y Capital en cada una de las tecnologías utilizadas en la apertura de la matriz IO.

| Tecnología                   | Costos Totales Unitarios (2013 US\$/kWh) | Costo Total | Trabajo & Materiales | Capital    | Combustible |
|------------------------------|--|-------------|----------------------|------------|-------------|
| <b>Termoelectrica Fossil</b> | 0,08                                     | 100%        | <b>33%</b>           | <b>47%</b> | <b>20%</b>  |
| <b>Nucleoeléctrica</b>       | 0,14                                     | 100%        | <b>16%</b>           | <b>83%</b> | <b>1%</b>   |
| <b>Hidráulica</b>            | 0,13                                     | 100%        | <b>6%</b>            | <b>92%</b> | <b>2%</b>   |
| <b>Geotérmica</b>            | 0,05                                     | 100%        | <b>25%</b>           | <b>75%</b> | <b>0%</b>   |
| <b>Eólica</b>                | 0,09                                     | 100%        | <b>17%</b>           | <b>83%</b> | <b>0%</b>   |
| <b>Solar Foto</b>            | 0,02                                     | 100%        | <b>44%</b>           | <b>56%</b> | <b>0%</b>   |

Fuente: Estimación del autor basado en la metodología propuesta por Wing (2008).

## Uruguay: Asignación por consenso consumos intermedios.

| Código      | Denominación                               | A.55                         | A.55.1 Fossil        | A.55.2 Hidrica       | A.55.3 Eolica        | A.55.4 Biomasa       | A.55.5 Solar         |
|-------------|--|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|             |  | Generación energía eléctrica | en millones de pesos | en millones de pesos | en millones de pesos | en millones de pesos | en millones de pesos |
| A.11        | Silvicultura extracción de madera          | 128,0                        | 0                    | -                    | -                    | 128,0                | -                    |
| A.15        | Extracción de petróleo crudo y gas natural | 48,8                         | 48,8                 | -                    | -                    | -                    | -                    |
| A.37        | Fabricación de coque y de productos de la  | 2.366,5                      | 2.366,5              | -                    | -                    | -                    | -                    |
| <b>A.55</b> | <b>Generación energía eléctrica</b>        | <b>4.843,9</b>               |                      |                      |                      |                      |                      |
|             | A.55.1 Fossil                              |                              | 158,1280492          | -                    | -                    | -                    | -                    |
|             | A.55.2 Hidrica                             |                              | 0                    | 3.072,1              | -                    | -                    | -                    |
|             | A.55.3 Eolica                              |                              | 0                    | -                    | 1.212,0              | -                    | -                    |
|             | A.55.4 Biomasa                             |                              | 0                    | -                    | -                    | 350,7                | -                    |
|             | A.55.5 Solar                               |                              | 0                    | -                    | -                    | -                    | 50,9                 |
| A.56        | Fabricación de gas distribución de         | 13,8                         | 13,8                 | -                    | -                    | -                    | -                    |
| A.68        | Comercio al por mayor de combustibles      | 18,0                         | 18,0                 | -                    | -                    | -                    | -                    |
| A.72        | Transporte de carga por vía terrestre      | 83,6                         | 83,6                 | -                    | -                    | -                    | -                    |
| A.74        | Transporte por ferrocarril Transporte por  | 92,5                         | -                    | -                    | -                    | 92,5                 | -                    |

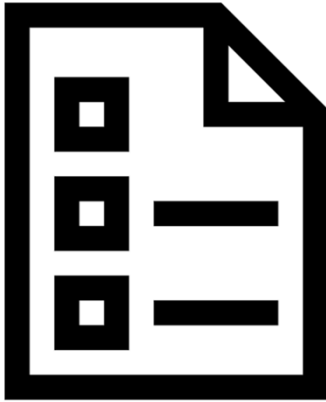
Fuente: Elaboración del autor con base a la MIP 2016, BCU.



## Uruguay, Asignación de Capital y Trabajo a las diferentes Tecnologías

|  | en millones de pesos                                      | A.55<br>Generación<br>energía<br>eléctrica | A.55.1 Fossil  | 18% | A.55.2<br>Hidrica | 53% | A.55.3<br>Eolica | 21% | A.55.4<br>Biomasa | 7% | A.55.5 Solar |
|--|---|--|----------------|-----|-------------------|-----|------------------|-----|-------------------|----|--------------|
| Total de usos de origen nacional precios básicos       |   | <b>17.071</b>                              | 3.029          | 18% | 9.049             | 53% | 3.576            | 21% | 1.254             | 7% | 163          |
| Importaciones cif                                      |   | 1.458                                      | 259            |     | 773               |     | 305              |     | 107               |    | 14           |
| Impuestos menos subsidios sobre los productos          |   | 335  | 10,93          |     | 212               |     | 83,78            |     | 24,25             |    | 3,52         |
| <b>VAB precios básicos</b>                             |   | <b>36.535</b>                              | <b>-1309</b>   |     | <b>24.909</b>     |     | <b>9.854</b>     |     | <b>2.604</b>      |    | <b>477</b>   |
| Producción precios básicos                             |   | <b>55.399</b>                              | <b>1.990</b>   |     | <b>34.943</b>     |     | <b>13.819</b>    |     | <b>3.989</b>      |    | <b>658</b>   |
| <b>VAB/PIB</b>   |   | <b>36.535</b>                              | <b>-1.309</b>  |     | <b>24.909</b>     |     | <b>9.854</b>     |     | <b>2.604</b>      |    | <b>477</b>   |
| Remuneración de asalariados                            |   | <b>8.772</b>                               | <b>1.958</b>   |     | <b>920</b>        |     | <b>1.014</b>     |     | <b>4.855</b>      |    | <b>25</b>    |
|  |   |  | <b>22%</b>     |     | <b>10%</b>        |     | <b>12%</b>       |     | <b>55%</b>        |    | <b>0,3%</b>  |
| Otros impuestos menos subvenciones sobre la producción |   | -298                                       | -10,71         |     | -188              |     | -74,37           |     | -21,47            |    | -3,54        |
|  |   |  | <b>13%</b>     |     | <b>16%</b>        |     | <b>48%</b>       |     | <b>19%</b>        |    | <b>3%</b>    |
| Excedente de explotación bruto A                       |   | <b>28.013</b>                              | <b>-3262</b>   |     | 24.169            |     | 8.891            |     | <b>-2.239</b>     |    | 454          |
| Ingreso mixto bruto B                                  |   | 49   | 6              |     | 8                 |     | 24               |     | 9                 |    | 2            |
| Impuestos menos subvenciones sobre los productos       |   | -  | 0              |     | 0                 |     | 0                |     | 0                 |    | 0            |
| <b>Total</b>   | <b>Costo Total de los Insumos para calibrar Botton-up</b> | <b>17.071</b>                              | <b>3.029,2</b> |     | <b>9.048,9</b>    |     | <b>3.575,6</b>   |     | <b>1.253,6</b>    |    | <b>163,4</b> |

Fuente: Elaboración del autor con base a la MIP 2016, BCU y ajustado por participación del trabajo en el estudio del caso de Chile (2016) (ver informe).



## Resultados

1. Contribución al Producto Interno Bruto
2. Impacto Fiscal
3. Creación de Empleo generado por el Sector de las Energías Renovables
4. Huella de Carbono

**Matriz de insumo-producto**

Doméstica a precio básico, actividad por actividad

Supuesto: estructura de ventas fija por producto

(miles de millones de pesos de 2016)

| Actividad                           | Biomasa & Biogas |              |                  |              |              | Otras Actividades | Total          |
|-------------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-------------------|----------------|
|                                     | Fosiles          | Hidraulica   | Biomasa & Biogas | Solar        | Eolica       |                   |                |
|                                     | 64%              | 26%          | 4%               | 3%           | 3%           |                   |                |
| Generacion GWh                      | 47.281           | 19.208       | 2.955            | 2.216        | 2.216        |                   |                |
|                                     | <b>73.877</b>    |              |                  |              |              |                   |                |
| <b>Agricultura</b>                  | <b>0,06</b>      | <b>0,03</b>  | <b>38,59</b>     | <b>0,005</b> | <b>0,003</b> | <b>9.143</b>      | <b>9.179</b>   |
| <b>Mineria</b>                      | <b>9,16</b>      | <b>1,76</b>  | <b>0,27</b>      | <b>0,20</b>  | <b>0,20</b>  | <b>3.106</b>      | <b>3.116</b>   |
| <b>Industria</b>                    | <b>77,93</b>     | <b>29,16</b> | <b>5,85</b>      | <b>3,35</b>  | <b>3,35</b>  | <b>20.765</b>     | <b>20.879</b>  |
| <b>Fosiles</b>                      | 111,88           | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,00         | <b>3.125</b>      | <b>3.237</b>   |
| <b>Hidraulica</b>                   | 0,00             | 45,45        | 0,00             | 0,00         | 0,00         | <b>1.269</b>      | <b>1.315</b>   |
| <b>Biomasa&amp;Biogas</b>           | 0,00             | 0,00         | 6,99             | 0,00         | 0,00         | <b>195</b>        | <b>202</b>     |
| <b>Solar</b>                        | 0,00             | 0,00         | 0,00             | 5,24         | 0,00         | <b>146</b>        | <b>152</b>     |
| <b>Eolica</b>                       | 0,00             | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 5,24         | <b>146</b>        | <b>152</b>     |
| Transmisión de electricidad         | 126,60           | 51,43        | 7,91             | 5,93         | 5,93         | <b>296</b>        | <b>449</b>     |
| Distribución de electricidad        | 34,95            | 14,20        | 2,18             | 1,64         | 1,64         | <b>2.144</b>      | <b>2.212</b>   |
| <b>Servicios</b>                    | <b>440,05</b>    | <b>39,10</b> | <b>6,02</b>      | <b>4,51</b>  | <b>4,51</b>  | <b>20.426</b>     | <b>20.918</b>  |
| <b>Transporte</b>                   | <b>81,80</b>     | <b>4,28</b>  | <b>1,75</b>      | <b>0,49</b>  | <b>0,49</b>  | <b>7.556</b>      | <b>7.644</b>   |
| <b>Otros Servicios</b>              | <b>52,50</b>     | <b>3,48</b>  | <b>2,19</b>      | <b>0,40</b>  | <b>0,40</b>  | <b>7.906</b>      | <b>7.963</b>   |
| <b>Otras actividades economicas</b> | <b>129,91</b>    | <b>52,78</b> | <b>8,12</b>      | <b>6,09</b>  | <b>6,09</b>  | <b>29.207</b>     | <b>29.406</b>  |
| <b>Total</b>                        | <b>1.148</b>     | <b>276</b>   | <b>85</b>        | <b>32</b>    | <b>32</b>    | <b>110.559</b>    | <b>112.063</b> |
| <b>Importaciones precios cif</b>    | <b>869</b>       | <b>0</b>     | <b>0</b>         | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>22.177</b>     | <b>23.046</b>  |
| Impuestos sobre productos           | 0                | 0            | 0                | 0            | 0            | 2.961             | 2.962          |
| Derechos de importación             | 22               | 0            | 0                | 0            | 0            | 334               | 356            |
| <b>Valor agregado</b>               | <b>1.274</b>     | <b>1.070</b> | <b>122</b>       | <b>124</b>   | <b>124</b>   | <b>150.554</b>    | <b>152.836</b> |
| Remuneraciones de asalariados       | 180              | 58           | 0,4              | 0,67         | 1            | 65.594            | 65.834         |
| Excedente bruto de explotación      | 1.078            | 1.006        | 121              | 122          | 122          | 83.195            | 85.215         |
| Impuestos netos sobre la producción | 16               | 6            | 1                | 0,7          | 1            | 1.766             | 1.788          |
| <b>Producción precios básicos</b>   | <b>3.313</b>     | <b>1.346</b> | <b>207</b>       | <b>155</b>   | <b>155</b>   | <b>286.586</b>    | <b>291.263</b> |

Chile: Matriz I/O  
Desagregación para el  
sector eléctrico. 2016.

# Chile: Multiplicadores de actividad económica

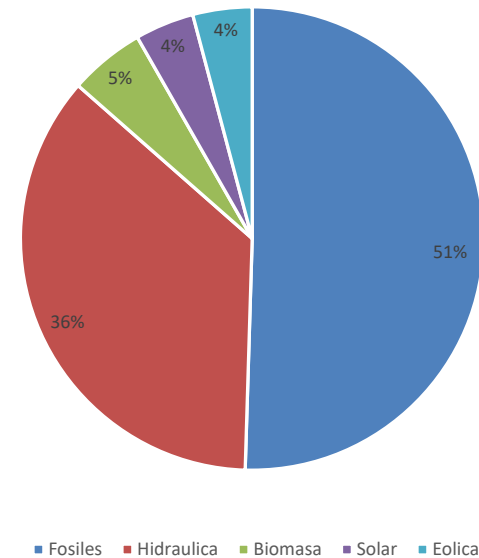
## Matriz de coeficientes directos e indirectos

(Matriz inversa de Leontief)

| Actividad      | Agropecuario-silvícola y |                 | Industria manufacturera | Electricidad, gas, agua y gestión de desechos | Generación de Electricidad |                 |                 |                 |                 | Construcción s  | Comercio, hoteles y restaurantes | Transporte, comunicaciones y servicios de información | Servicios inmobiliarios y de vivienda | Servicios empresariales | Servicios personales | Administración pública |                 |
|----------------|--------------------------|-----------------|-------------------------|---|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|
|                | Pesca                    | Minería         |                         |   | Fosiles                    | Hidraulica      | Biomasa&Biogas  | Solar           | Eolica          |                 |                                  |   |                                       |                         |                      |                        |                 |
|                | 1                        | 2               | 3                       | 4   | 5                          | 6               | 7               | 8               | 9               | 10              | 11                               | 12  |                                       |                         |                      |                        |                 |
| 1              | 1,19672                  | 0,01379         | 0,18387                 | 0,01947                                       | 0,00154                    | 0,00112         | 0,26931         | 0,00109         | 0,00109         | 0,04040         | 0,02636                          | 0,01316   | 0,00566                               | 0,00652                 | 0,00794              | 0,01277                | 0,01193         |
| 2              | 0,01752                  | 1,06639         | 0,03520                 | 0,00588                                       | 0,00530                    | 0,00296         | 0,00445         | 0,00293         | 0,00296         | 0,01316         | 0,00567                          | 0,00449   | 0,00374                               | 0,00257                 | 0,00423              | 0,00341                | 0,00267         |
| 3              | 0,22666                  | 0,08274         | 1,19524                 | 0,08964                                       | 0,04160                    | 0,03300         | 0,05593         | 0,03251         | 0,03286         | 0,25574         | 0,10683                          | 0,07773   | 0,03182                               | 0,04034                 | 0,04205              | 0,06596                | 0,04599         |
| Fosiles        |                          |                 |                         |   | 1,04454                    | 0,00618         | 0,00684         | 0,00611         | 0,00618         |                 |                                  |   |                                       |                         |                      |                        |                 |
| Hidraulica     |                          |                 |                         |   | 0,00371                    | 1,03791         | 0,00278         | 0,00248         | 0,00251         |                 |                                  |   |                                       |                         |                      |                        |                 |
| Biomasa&Biogas |                          |                 |                         |   | 0,00057                    | 0,00039         | 1,03583         | 0,00038         | 0,00039         |                 |                                  |   |                                       |                         |                      |                        |                 |
| Solar          |                          |                 |                         |   | 0,00030                    | 0,00020         | 0,00022         | 1,02492         | 0,00020         |                 |                                  |   |                                       |                         |                      |                        |                 |
| Eolica         |                          |                 |                         |   | 0,00043                    | 0,00029         | 0,00032         | 0,00029         | 1,03569         |                 |                                  |   |                                       |                         |                      |                        |                 |
| 4              | 0,03135                  | 0,12062         | 0,06591                 | 1,45024                                       | 0,18738                    | 0,05563         | 0,05713         | 0,05505         | 0,05563         | 0,02626         | 0,03526                          | 0,02653   | 0,01371                               | 0,01345                 | 0,01683              | 0,03010                | 0,06059         |
| 5              | 0,00725                  | 0,00564         | 0,00720                 | 0,01639                                       | 0,00434                    | 0,00346         | 0,00457         | 0,00342         | 0,00346         | 1,14887         | 0,02195                          | 0,01503   | 0,00627                               | 0,15267                 | 0,01048              | 0,02014                | 0,03417         |
| 6              | 0,07621                  | 0,05360         | 0,07533                 | 0,04790                                       | 0,04119                    | 0,03602         | 0,05032         | 0,03564         | 0,03601         | 0,08590         | 1,10581                          | 0,09107   | 0,02836                               | 0,01830                 | 0,04769              | 0,05760                | 0,03367         |
| 7              | 0,07924                  | 0,07431         | 0,10633                 | 0,05969                                       | 0,07235                    | 0,02026         | 0,05061         | 0,02004         | 0,02025         | 0,06157         | 0,13779                          | 1,19562   | 0,07062                               | 0,01794                 | 0,06954              | 0,04029                | 0,05505         |
| 8              | 0,04994                  | 0,02060         | 0,03845                 | 0,04035                                       | 0,04271                    | 0,03921         | 0,04667         | 0,03880         | 0,03921         | 0,04873         | 0,05229                          | 0,03659   | 1,12912                               | 0,06129                 | 0,02898              | 0,01864                | 0,00991         |
| 9              | 0,01384                  | 0,01210         | 0,01685                 | 0,01096                                       | 0,00884                    | 0,00657         | 0,00852         | 0,00650         | 0,00656         | 0,01400         | 0,06241                          | 0,03383   | 0,01864                               | 1,01874                 | 0,03125              | 0,03072                | 0,01363         |
| 10             | 0,08063                  | 0,15934         | 0,12290                 | 0,09182                                       | 0,07147                    | 0,05193         | 0,07296         | 0,05138         | 0,05192         | 0,10867         | 0,14287                          | 0,13846   | 0,14278                               | 0,04492                 | 1,15336              | 0,06974                | 0,07114         |
| 11             | 0,00308                  | 0,00353         | 0,00581                 | 0,00332                                       | 0,00266                    | 0,00168         | 0,00210         | 0,00166         | 0,00168         | 0,00349         | 0,00625                          | 0,00828   | 0,00640                               | 0,00168                 | 0,00524              | 1,03769                | 0,00510         |
| 12             | 0,00270                  | 0,00292         | 0,00434                 | 0,00323                                       | 0,00133                    | 0,00096         | 0,00163         | 0,00095         | 0,00096         | 0,00234         | 0,00568                          | 0,00541   | 0,00195                               | 0,00078                 | 0,00212              | 0,00242                | 1,00413         |
| <b>Total</b>   | <b>1,785146</b>          | <b>1,615578</b> | <b>1,857427</b>         | <b>1,838891</b>                               | <b>1,530252</b>            | <b>1,297769</b> | <b>1,670187</b> | <b>1,284176</b> | <b>1,297551</b> | <b>1,809134</b> | <b>1,709167</b>                  | <b>1,646202</b>                                       | <b>1,459055</b>                       | <b>1,379189</b>         | <b>1,419699</b>      | <b>1,389476</b>        | <b>1,347989</b> |

Chile: Relación contribución de las tecnologías no renovables y renovables al PIB/Contribución total del Sector al PIB (%) en 2016

| Tecnología           | %    |
|----------------------|------|
| Sector de Generación | 100% |
| Fósiles              | 51%  |
| Hidraulica           | 36%  |
| Biomasa              | 5%   |
| Solar                | 4%   |
| Eolica               | 4%   |



## Chile: Detalle de la composición de la contribución del Sector de las Energías Renovables al PIB de Chile (millones de \$ 2016)

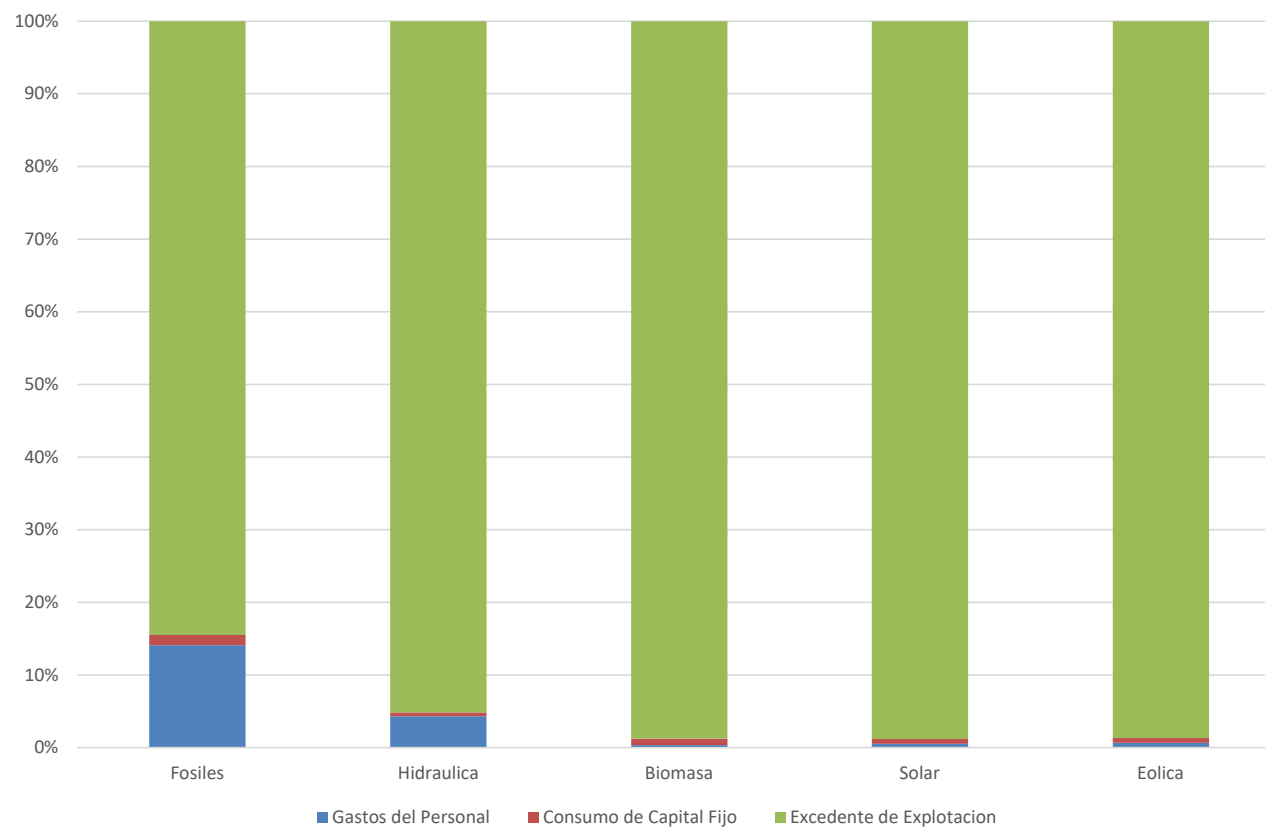
|  | Tecnologías  |              |            |              |             |              |            |              |            |              |            |
|--|--------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
|  | Total        | Fosiles      | %          | Hidraulica   | %           | Biomasa      | %          | Solar        | %          | Eolica       | %          |
| Demanda Interna                                  | 3.555        | 2.125        | 60%        | 1.063        | 30%         | 121          | 3%         | 123          | 3%         | 123          | 3%         |
| Exportaciones Netas                              | -842         | -851         | 101%       | 7,1          | -1%         | 1,1          | 0%         | 0,8          | 0%         | 0,8          | 0%         |
| Exportaciones de Bienes y Servicios              | 27           | 17,4         | 64%        | 7,1          | 26%         | 1,1          | 4%         | 0,8          | 3%         | 0,8          | 3%         |
| Importaciones de Bienes y Servicios              | 869          | 869          | 100%       | 0            | 0%          | 0            | 0%         | 0            | 0%         | 0            | 0%         |
| <b>Demanda Final</b>                             | <b>2.713</b> | <b>1.274</b> | <b>47%</b> | <b>1.070</b> | <b>39%</b>  | <b>122,1</b> | <b>5%</b>  | <b>123,8</b> | <b>5%</b>  | <b>123,8</b> | <b>5%</b>  |
| Ingresos de la Produccion                        | 5.176        | 3.313        | 64%        | 1.346        | 26%         | 207          | 4%         | 155          | 3%         | 155          | 3%         |
| Consumos Intermedios                             | 2.463        | 2.039        | 83%        | 276          | 11%         | 85           | 3%         | 31           | 1%         | 31           | 1%         |
| <b>Valor Añadido</b>                             | <b>2.713</b> | <b>1.274</b> | <b>47%</b> | <b>1.070</b> | <b>39%</b>  | <b>122,1</b> | <b>5%</b>  | <b>123,8</b> | <b>5%</b>  | <b>123,8</b> | <b>5%</b>  |
| Gastos del Personal                              | 240          | 180,1        | 75%        | 57,6         | 24%         | 0,4          | 0%         | 0,7          | 0%         | 0,8          | 0%         |
| Consumo de Capital Fijo                          | 25           | 17,7         | 71%        | 7,2          | 29%         | 1,1          | 4%         | 0,8          | 3%         | 0,8          | 3%         |
| Excedente de Explotacion Neto                    | 2.198        | 955          | 43%        | 892          | 41%         | 107          | 5%         | 108          | 5%         | 108          | 5%         |
| Impuestos  | 250          | 123          | 49%        | 114          | 46%         | 14           | 6%         | 14           | 6%         | 14           | 6%         |
| <b>Retribucion de los Factores de Produccion</b> | <b>2.713</b> | <b>1.276</b> | <b>47%</b> | <b>1.071</b> | <b>139%</b> | <b>122,5</b> | <b>15%</b> | <b>123,5</b> | <b>14%</b> | <b>123,6</b> | <b>14%</b> |

Fuente: estimación del autor con base en la sección anterior.

Chile, contribución de cada GWh generado al PIB por tecnología. (2016 - US\$/GWh).

| Tecnologías de Generación                  |                |           |           |                    |           |           |           |
|--|----------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
|  |                | Total     | Fósiles   | Hidroeléctric<br>a | Biomasa   | Solar     | Eólica    |
| <b>Generación (A)</b>                      | GWh            | 73.877    | 47.281    | 19.208             | 2.955     | 2.216     | 2.216     |
| <b>Valor Agregado (B)</b>                  | Millones US\$  | 4.009     | 1.882     | 1.581              | 180       | 183       | 183       |
| <b>Valor Agregado (B) / Generación (A)</b> | Miles US\$/GWh | <b>54</b> | <b>40</b> | <b>82</b>          | <b>61</b> | <b>83</b> | <b>83</b> |

## Chile, aporte al PIB de cada uno de los subsectores de la generación eléctrica en Chile en 2016 (%)



Fuente: estimación del autor con base en la sección anterior.

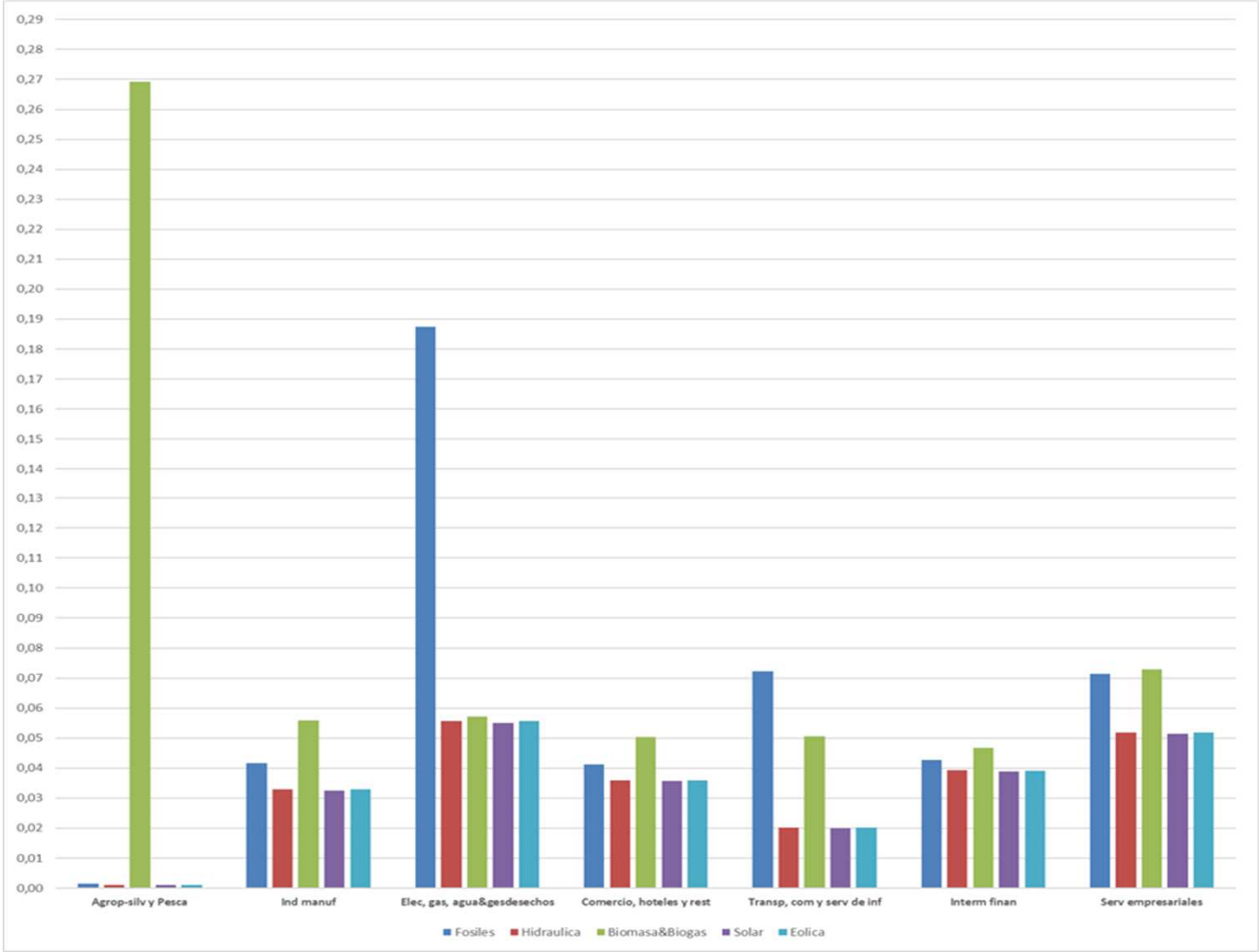


Chile, Impacto directo e inducido en el PIB del Sector de las Energías Renovables (2016) en miles de millones \$.

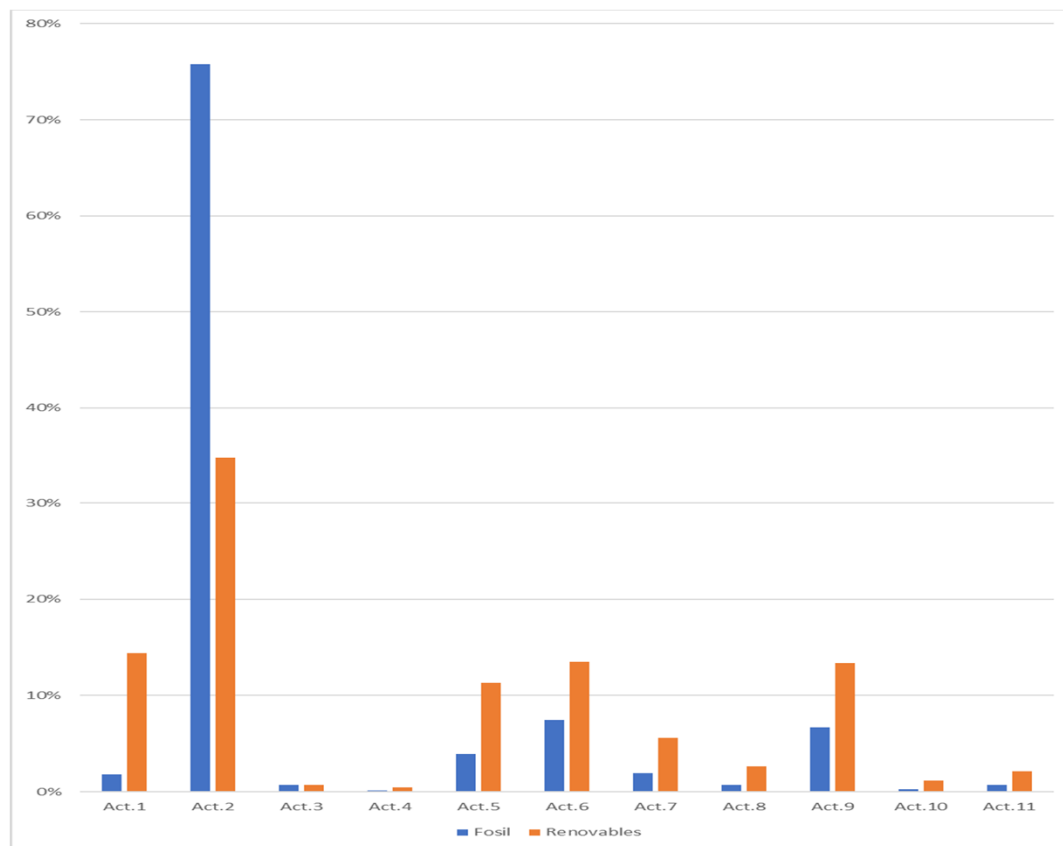
|            | Contribucion |      |         |      |           |      |
|------------|--------------|------|---------|------|-----------|------|
|            | Total        | %    | Directa | %    | Indirecta | %    |
| Total      | 3.861        | 100% | 2.713   | 100% | 1.148     | 100% |
| Fosiles    | 1.950        | 50%  | 1.274   | 47%  | 676       | 59%  |
| Hidraulica | 1.389        | 36%  | 1.070   | 39%  | 319       | 28%  |
| Biomasa    | 204          | 5%   | 122     | 4%   | 82        | 7%   |
| Solar      | 159          | 4%   | 124     | 5%   | 35        | 3%   |
| Eolica     | 160          | 4%   | 124     | 5%   | 37        | 3%   |

Fuente: Estimación del Autor.

Chile, actividades económicas donde el Sector de las Energías Renovables tiene un efecto inducido mayor.



## Uruguay, actividades económicas donde el Sector de las Energías Renovables tiene un efecto inducido mayor

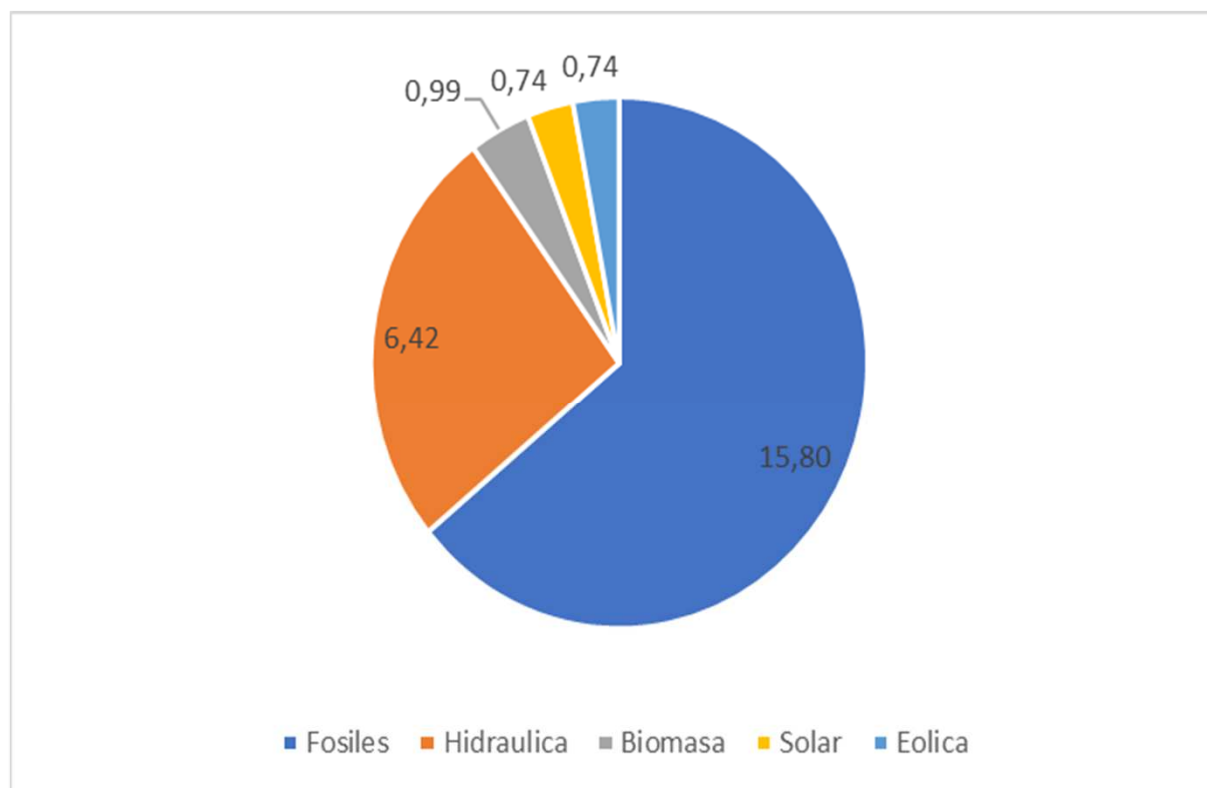


|        |   |
|--------|---|
| Act.1  | Producción agropecuaria, forestación y pesca.   |
| Act.2  | Explotación de minas y canteras y actividades conexas. Industrias Manufactureras.   |
| Act.3  | Suministro de gas, vapor y aire acondicionado y suministro de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento  |
| Act.4  | Construcción  |
| Act.5  | Comercio al por mayor y al por menor; reparación de los vehículos de motor y de las motocicletas. Alojamiento y servicios de comida   |
| Act.6  | Transporte y almacenamiento. Información y comunicación   |
| Act.7  | Actividades financieras y de seguros.   |
| Act.8  | Actividades inmobiliarias   |
| Act.9  | Actividades profesionales, científicas y técnicas. Actividades administrativas y servicios de apoyo   |
| Act.10 | Administración pública y defensa planes de seguridad social de afiliación obligatoria   |
| Act.11 | Enseñanza. Servicios sociales y relacionados con la Salud humana. Artes, entretenimiento y recreación. Otras actividades de servicio. Otras actividades de los hogares en calidad de empleadores, actividades indiferenciadas de producción de bienes y servicios de los hogares para uso propio. |

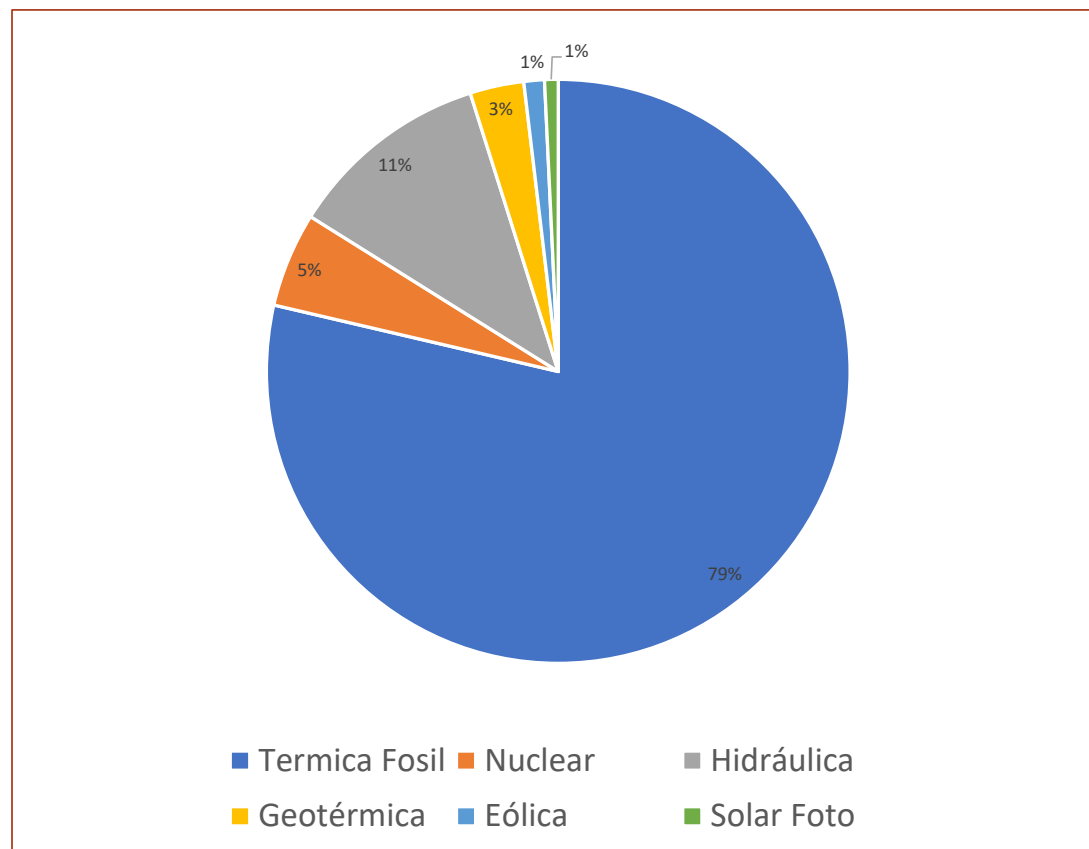
Chile, Importancia de las tecnologías de generación de acuerdo con su multiplicador.

| Multiplicador del PIB    |                        |     |
|--------------------------|------------------------|-----|
| <b>Fósiles</b>           | <b>Sector Clave</b>    | 0,8 |
| <b>Nuclear</b>           | <b>Sector Impulsor</b> | 1,8 |
| <b>Hidráulica</b>        | <b>Sector Impulsor</b> | 1,4 |
| <b>Geotérmica</b>        | <b>Sector Clave</b>    | 0,7 |
| <b>Eólica</b>            | <b>Sector Impulsor</b> | 1,0 |
| <b>Solar</b>             | <b>Sector Isla</b>     | 0,3 |
| Multiplicador del Empleo |                        |     |
| <b>Fósiles</b>           | <b>Sector Clave</b>    | 0,9 |
| <b>Nuclear</b>           | <b>Sector Impulsor</b> | 2,1 |
| <b>Hidráulica</b>        | <b>Sector Isla</b>     | 0,2 |
| <b>Geotérmica</b>        | <b>Sector Impulsor</b> | 1,1 |
| <b>Eólica</b>            | <b>Sector Impulsor</b> | 1,1 |
| <b>Solar</b>             | <b>Sector Clave</b>    | 0,6 |

Chile, Impuestos pagados por cada uno de los subsectores de ERNC y su participación en el sector eléctrico total, 2016, (miles de millones de \$).



## México, Impuestos pagados por cada una de las tecnologías de generación. 2013, (%).



## Uruguay, Impacto Fiscal de cada sector de actividad de generación de electricidad

| Millones \$  | Total Generacion | Fosiles | Hidraulica | Eolica | Biomasa | Solar |
|--|------------------|---------|------------|--------|---------|-------|
| Impuestos  | 335              | 11      | 212        | 84     | 24      | 4     |
| Otros impuestos menos subvenciones sobre la producción | -298             | -11     | -188       | -74    | -21     | -4    |
|  |                  |         |            |        |         |       |
| Impacto Fiscal neto                                    | 37               | 0       | 24         | 9      | 3       | -0    |

Fuente: Estimación del autor con base en la Matriz de I/O expandida del Banco Central 2016.

## Chile, Impacto Fiscal sobre el PIB.

| Enfoque del Producto                             |             | Enfoque del Ingreso                                  |             | Enfoque del gasto                     |             |
|--|-------------|--|-------------|---------------------------------------|-------------|
|  | Millones \$ |  | Millones \$ |                                       | Millones \$ |
| Variable   | Valor       | Variable   | Valor       | Variable                              | Valor       |
| Producción a precios básicos                     | 5.176       | Remuneración de los empleados                        | 240         | Consumo final                         | 3548,64     |
| - Consumos intermedios                           | 2.463       | + Otros impuestos menos subvenciones a la producción | 25          | + Formación bruta de capital          | 27,67       |
| Consumos Intermedios nacionales                  | 1.572       | + Otros Impuestos a la producción                    | 25          | + Exportaciones de bienes y servicios | 27,25       |
| Importaciones de Bienes y Servicios              | 869         | - Subvenciones a la producción                       | 0           | -Importaciones de bienes y servicios  | 868,83      |
| Derechos de importación                          | 22,0        |  |             |                                       |             |
| Impuestos sobre los productos                    | 0           |  |             |                                       |             |
| Subsidios a los productos                        | 0           |  |             |                                       |             |
| Impuestos sobre los productos netos de subsidios | 22,02       | + Consumo de capital fijo                            | 250         |                                       |             |
| = Valor añadido bruto a precios básicos          | 2.712,71    | + Excedente neto de explotación                      | 2.198       |                                       |             |
| Derechos de importación                          | 22,0        | = Valor añadido bruto a precios básicos              | 2.712,71    |                                       |             |
| Impuestos sobre los productos                    | 0           | Derechos de importación                              | 22,02       |                                       |             |
| Subsidios a los productos                        | 0           | Impuestos sobre los productos                        | 0,00        |                                       |             |
| Impuestos sobre los productos netos de subsidios | 22,02       | Subsidios a los productos                            | 0,00        |                                       |             |
|  |             | Impuestos sobre los productos netos de subsidios     | 22,02       |                                       |             |
| = Producto interno bruto                         | 2.734,74    | = Producto interior bruto                            | 2.734,74    | = Producto interior bruto             | 2.734,73    |



## Chile, PIB Generación por tecnología por trabajador.

|  | PIB (Millones USD) | No Empleados | PIB / Empleado (USD) |
|--|--------------------|--------------|----------------------|
| <b>País</b>                              | 225.775            | 8.216.000    | 27.480               |
| <b>Sector Generación de Electricidad</b> | 4.008              | 7.623        | 525.744              |
| <b>Energías Fósiles</b>                  | 1.882              | 5.990        | 314.190              |
| <b>Hidráulica</b>                        | 1.581              | 1.385        | 1.141.259            |
| <b>Biomasa</b>                           | 180                | 28           | 6.436.535            |
| <b>Solar</b>                             | 183                | 115          | 1.592.848            |
| <b>Eólica</b>                            | 183                | 105          | 1.744.547            |

Uruguay: Valor de la Producción por unidad de empleo, 2016.

|                         | Valor de la producción /Empleo generados |
|-------------------------|--|
| Total sector generación | 7,7                                      |
| Fósiles                 | 1,2                                      |
| Hidráulica              | 46,1                                     |
| Eólica                  | 16,5                                     |
| Biomasa                 | 1,0                                      |
| Solar                   | 31,5                                     |

Chile, Empleos por unidad de electricidad generada y los empleos totales por cada una de las tecnologías de generación. (2016)

|                           | Empleo /TWh<br>Generados | Ocupados / Miles de<br>Millones de \$<br>vendidos | Empleos Totales |
|---------------------------|--------------------------|---|-----------------|
| Total Sector Generacion   | 88                       | 1,8   | 7.623           |
| Termoeléctrica            | 110                      | 2,3   | 5.990           |
| Hidroeléctrica de embalse | 35                       | 0,7   | 844             |
| Hidroeléctrica de pasada  | 123                      | 2,4   | 541             |
| Eólica                    | 65                       | 1,7   | 105             |
| Solar                     | 76                       | 3,3   | 115             |
| Biomasa                   | 737                      | 17,1  | 28              |

Chile, empleo directo e inducido generado por las empresas del Sector de las Energías Renovables según la metodología de desagregación del sector en la Matriz I/O de las diferentes tecnologías de generación (2016).

|            | Empleos Directos | Empleos Indirectos | Empleos Totales |
|------------|------------------|--------------------|-----------------|
| Total      | 7.609            | 3.608              | 11.209          |
| Fósiles    | 5.717            | 3.032              | 8.749           |
| Hidráulica | 1.830            | 545                | 2.374           |
| Solar      | 14               | 9                  | 23              |
| Eólica     | 21               | 6                  | 27              |
| Biomasa    | 27               | 8                  | 35              |

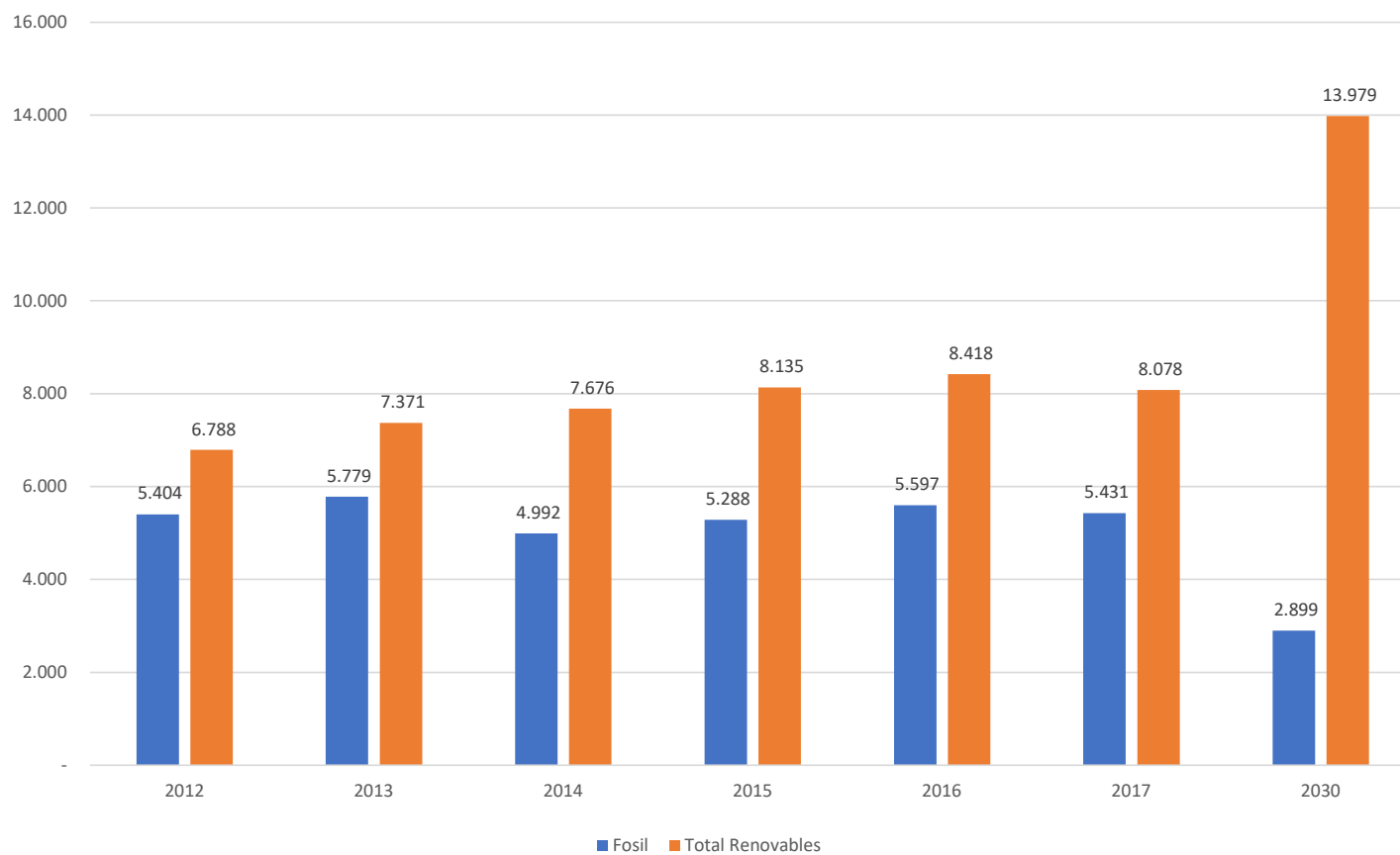
Fuente: Estimación del Autor.

## Chile, Generación y empleo. 2012 -2017.

|      | Total<br>Generación<br>incluye total<br>biomasa | Total Empleo | Combustibles Fósiles |                   | Solar |                   | Eólica |                   | Hídrica |                   | Biomasa |                   |
|------|---|--------------|----------------------|-------------------|-------|-------------------|--------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|
|      |   |              | GWh                  | Ocupados /<br>TWh | GWh   | Ocupados /<br>TWh | GWh    | Ocupados /<br>TWh | GWh     | Ocupados /<br>TWh | GWh     | Ocupados /<br>TWh |
|      |   |              |                      | <b>110</b>        |       | <b>76</b>         |        | <b>65</b>         |         | <b>158</b>        |         | <b>737</b>        |
|      |   |              | Total                |                   |       |                   |        |                   |         |                   |         |                   |
| 2012 | 74.605  | 12.192       | 49184                | 5.404             | 0,4   | 0,0               | 409    | 26,6              | 20158   | 3185              | 4854    | 3.577             |
| 2013 | 78.622  | 13.150       | 52602                | 5.779             | 8     | 0,6               | 554    | 36,0              | 19737   | 3118              | 5721    | 4.215             |
| 2014 | 75.749  | 12.668       | 45440                | 4.992             | 480   | 36,5              | 1443   | 93,8              | 23099   | 3650              | 5287    | 3.896             |
| 2015 | 80.990  | 13.423       | 48130                | 5.288             | 1261  | 95,8              | 2115   | 137,5             | 23881   | 3773              | 5603    | 4.129             |
| 2016 | 85.253  | 14.015       | 50946                | 5.597             | 2639  | 200,6             | 2449   | 159,2             | 23274   | 3677              | 5945    | 4.381             |
| 2017 | 84.408  | 13.509       | 49432                | 5.431             | 3896  | 296,1             | 3520   | 228,9             | 22034   | 3481              | 5526    | 4.072             |

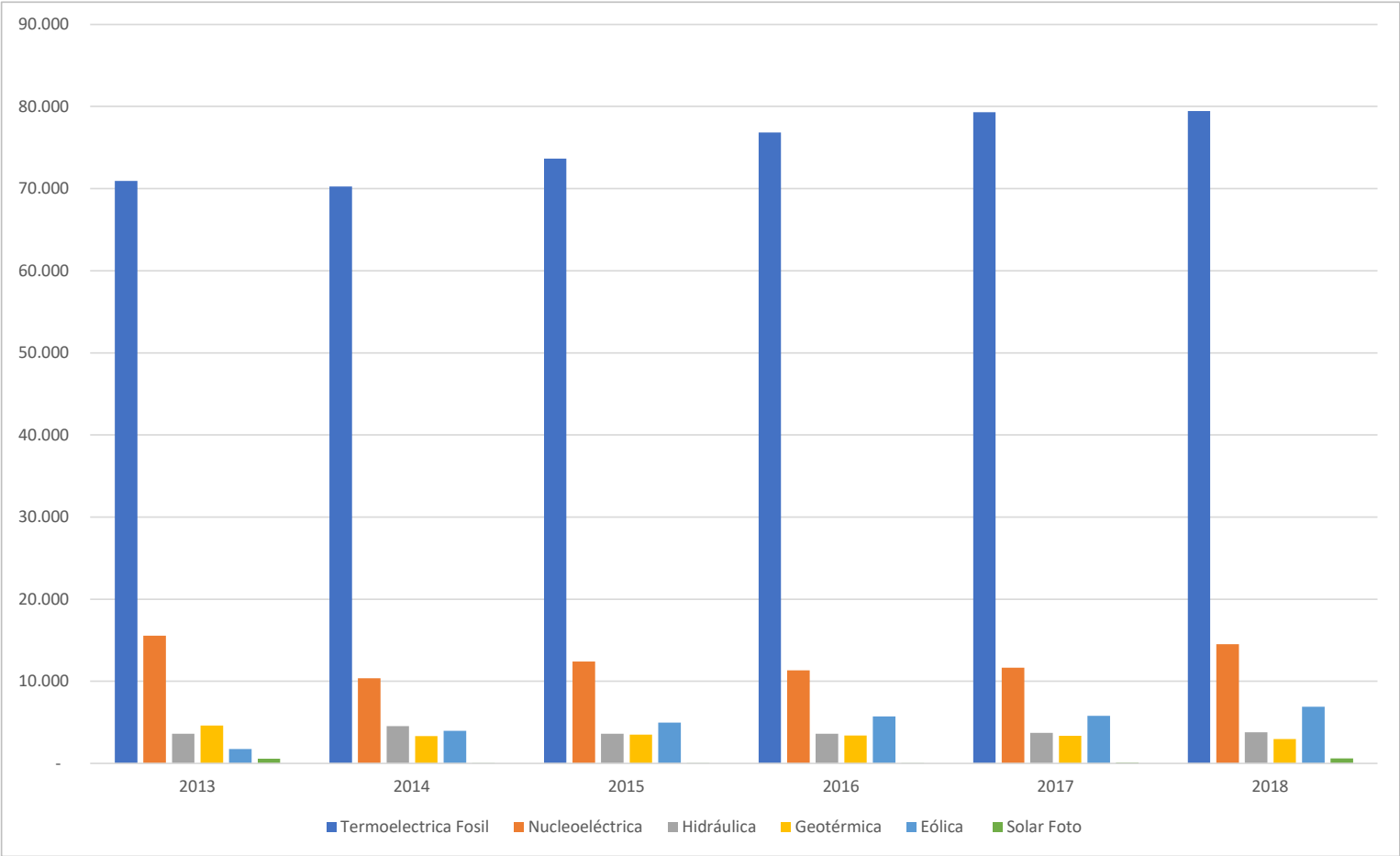
Fuente: Elaboración del autor.

## Chile: Empleo Generado por tecnologías de Generación (2012-2017)(No de ocupados)



Fuente: Estimación del autor con base en la ENE (2016).

# México, Empleo Generado por tecnologías de Generación (2013 – 2018)



Chile, Impacto Directo e Inducido (No empleos / Miles de Millones de \$ 2016)

|                                    | Fósiles | Hidraulica | Biomasa | Solar | Eolica |
|------------------------------------|---------|------------|---------|-------|--------|
| Ratio Empleo Directos / Produccion | 2,11    | 0,99       | 0,26    | 1,00  | 1,98   |
| Empleo Indirecto                   | 1,1     | 0,3        | 0,2     | 0,3   | 0,6    |
| Empleos Directo + Indirecto        | 3,2     | 1,3        | 0,4     | 1,3   | 2,6    |

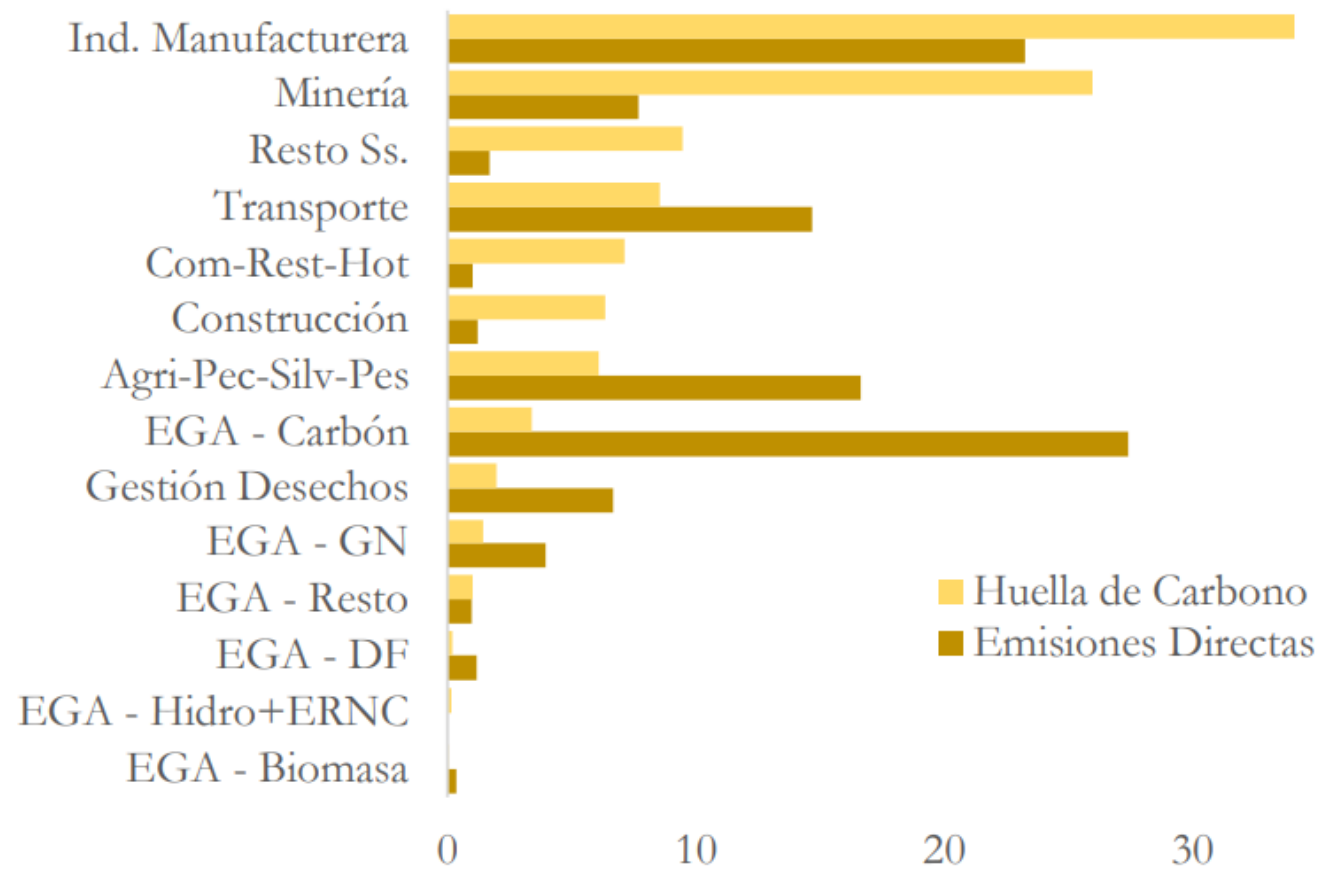


Chile, Multiplicadores de PIB y Empleo por tecnologías de generación.

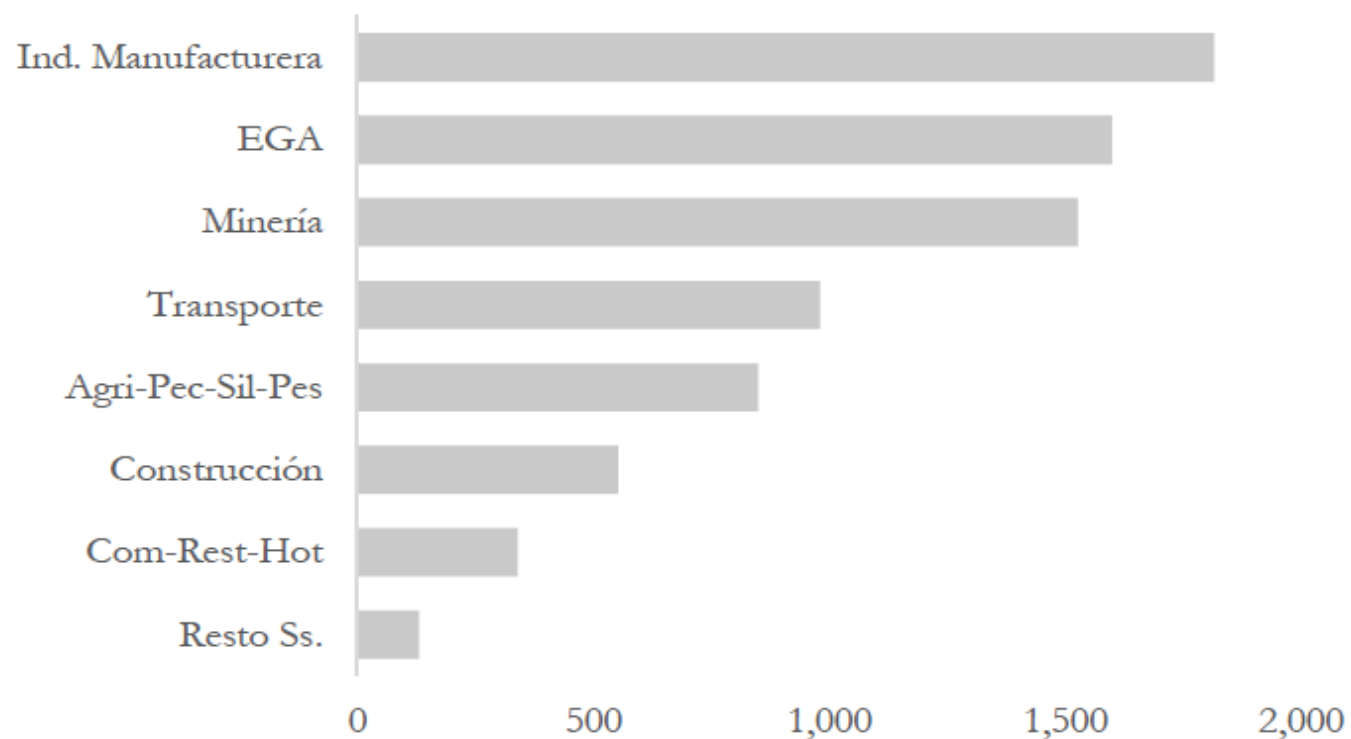
|            | PIB Directo                                    | PIB Indirecto    | PIB Total     |
|------------|--|------------------|---------------|
|            | por \$1 millón de US\$ en Generacion Electrica |                  |               |
| Fósiles    | 0,385  | 0,204            | 0,588         |
| Hidráulica | 0,795  | 0,237            | 1,032         |
| Biomasa    | 0,589  | 0,395            | 0,984         |
| Solar      | 0,795  | 0,226            | 1,021         |
| Eolica     | 0,795  | 0,237            | 1,032         |
|            | Empleo Directo                                 | Empleo Indirecto | Total, empleo |
|            | por \$1 millón de US\$ en Generación Eléctrica |                  |               |
| Fosiles    | 1,427  | 0,757            | 2,183         |
| Hidraulica | 0,671  | 0,200            | 0,871         |
| Biomasa    | 0,105  | 0,070            | 0,176         |
| Solar      | 0,537  | 0,153            | 0,690         |
| Eolica     | 1,064  | 0,317            | 1,381         |

Fuente: Estimación del Autor con base en la desagregación de la MIP 2016

## Chile, Huella de Carbono (Mt CO2 eq)



## Chile, Ratio Huella de Carbono sobre Valor Agregado (toneladas de CO2 eq / miles de millones de CL\$)



**MUCHAS GRACIAS**

**George.Kerrigan@mail.com**