

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



Trabajando por
un futuro productivo,
inclusivo y sostenible

"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

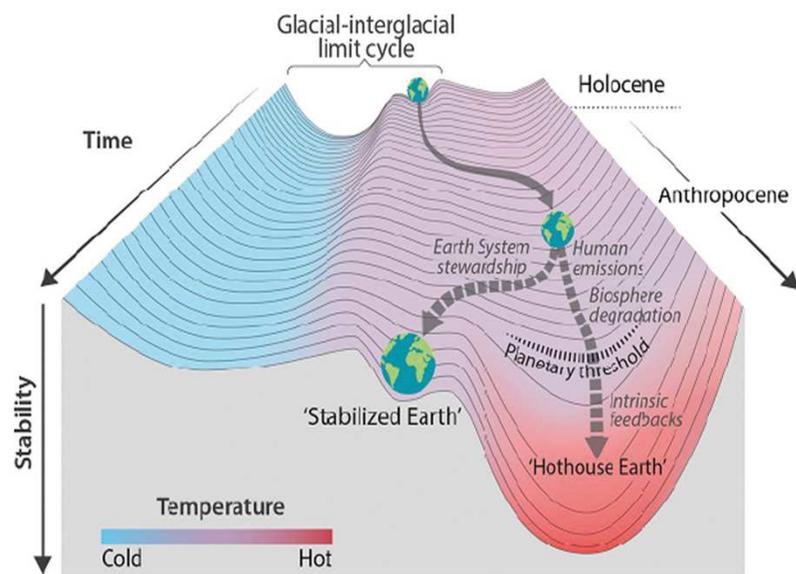
Índice de contenido

- 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 $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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

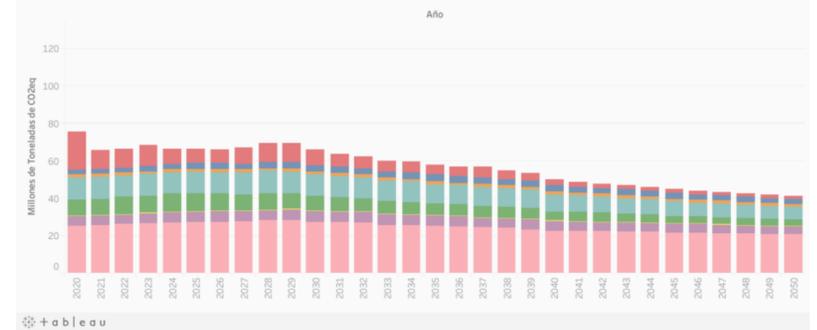
Evaluación de los Escenarios Energéticos desde el punto de vista Económico, Ambiental y Social



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

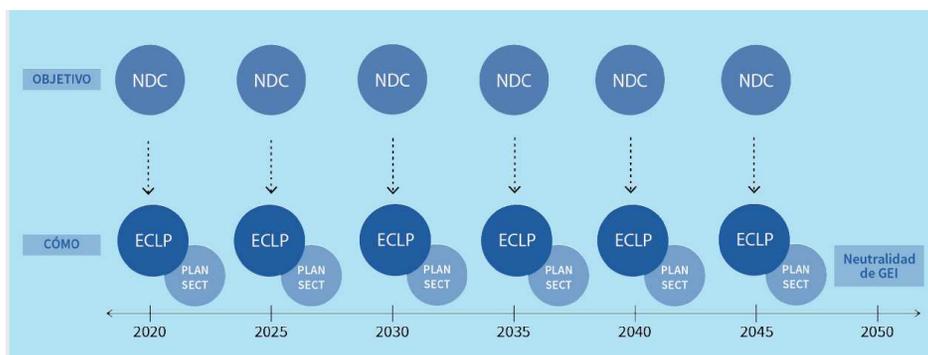
Descripción de escenarios	A	B	C	D	E
Trayectoria de descarbonización	Alta	Baja	Alta	Media	Media
Nivel de demanda	Baja	Alta	Media	Baja	Alta
Costos de inversión renovable	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Bajo
Precio de combustibles fósiles	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Alto

Emisiones por sector y combustible
Carbono Neutralidad

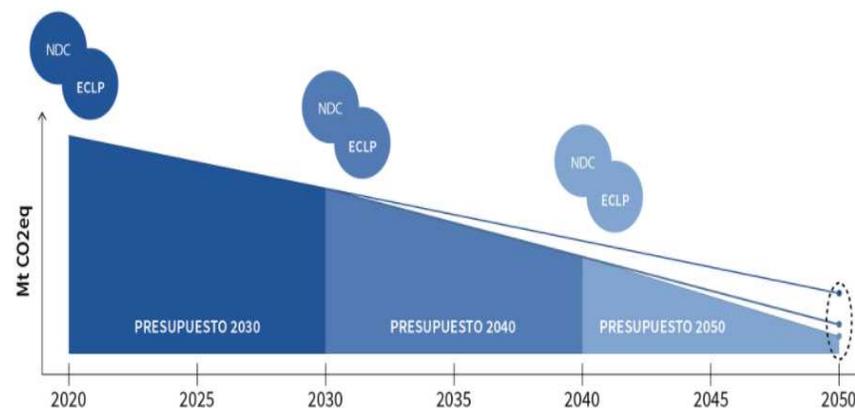


SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA COORDINACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

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		↑	1		y_1
↓	i	$X_{i,j}$	↓	d	$G_{i,d}$:
↓	N_X		↓	N_G		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



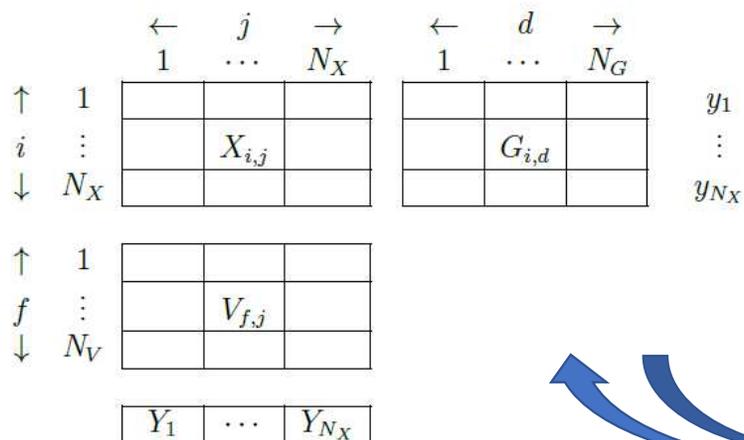
Interacciones entre las tecnologías de generación del sistema energético y variables de relación con la economía

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. Permitiendo 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
Total	6.306	9.322	25.830	6.022	11.718	17.049	11.935	3.996	3.809	6.853	6.788	2.435	112.063
Importaciones precios cif	848	1.774	9.192	1.413	1.896	1.796	3.362	875	51	683	614	541	23.046
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
Valor agregado	6.768	13.652	16.393	5.189	11.523	19.753	13.667	7.858	12.880	17.307	19.643	8.204	152.836
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
Producción precios básicos	13.986	24.816	51.506	12.675	25.224	38.665	29.716	13.124	16.796	25.172	27.953	11.630	291.263

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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	-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	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* (MW)	Costo Capital (US\$/kW)**	Costo Variable O&M (US\$/kWh)	Costo Fijo O&M (US\$/kWh)	Heat rate o Consumo Especifico (btu/kWh)	Factor de Capacidad***	Precio del Combustible (US\$/MMbtu)
Térmica a Carbón	4849,9	3.000	0,05164	0,00806	10.695	0,85	4,6
Térmica a Gas Natural (Ciclo Abierto)	5070,4	722	0,08116	0,00194	9.000	0,85	8,6
Térmica a Gás Natural (Ciclo Combinado)		1.117	0,08116	0,00140	6.500	0,91	11,9
Termica Diessel (Turbina a Gas Dual)	3306,8	899	0,19649	0,00226	6.945	0,91	27,3
Termica Diessel (Grupo Motor 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 Embalse	3306,8	2.180	0,0013	0,00839	0	0,45	0
Hidraulica de Pasada (>20 MW)	2645,4	3.615	0,0013	0,00671	0	0,45	0
Mini-Hidraulica (<20 MW)	440,9	3.470	0,0013	0,00112	0	0,45	0
Termica a 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 (US\$/kW)**	Costo Variable O&M (US\$/kWh)	Costo Fijo O&M (US\$/kWh)	Heat rate o Consumo Especifico	Factor de Capacidad	Precio del Combustible (US\$/MMbtu)
	(MW)				(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 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 Embalse	1.553	2.760	0,047	0,007	0,0	0,42	0
Hidráulica de Pasada (>20 MW)	705	2.631	0,047	0,007	0,0	0,42	0
Mini-Hidráulica (<20 MW)	92	666	0,047	0,002	0,0	0,42	0
Térmica a Biomasa	38	914	0,118	0,02	45.001	0,26	2,65

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

Tecnología	Tamaño* (MW)	Costo Capital (US\$/kW)* *	Costo Variable O&M (US\$/kWh)	Costo Fijo O&M (US\$/kWh)	Heat rate o Consumo Especifico (btu/kWh)	Factor de Capacidad***	Precio del Combustible (US\$/MMbtu)
Termica a Carbon	2.600	1.394	0,01	0,0040	8.205	0,80	1,35
Termoelectrica 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 Diessel (Grupo Motor Generador) y Termoelectrica a vapor	11.699	1.394	0,09	0,0045	8.660	0,71	10,26
Ciclo combinado a 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 Fotovoltaica	64	1.895	0,00	0,0108	-	0,20	0,00
Hidraulica de 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 anual de electricidad (GWh) 2013	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 Generación (millones de US\$)	Costo de Generación Unitario Promedio (US\$/kWh)	Costo Combustible (%)	Costo Capital (%)	Costo Trabajo & Materiales (%)
Turbinas a Petroleo	58.012	5.387	260	2.031	3.903	3.616	9.551	0,16	21%	41%	38%
Turbinas a Carbon	18.647	215	74	86	868	203	1.157	0,06	7%	75%	18%
Turbinas a Gas	140.999	3.308	394	1.449	3.038	2.252	6.739	0,05	22%	45%	33%
Hidrogenación	31.078	114	239	94	3.912	259	4.265	0,14	2%	92%	6%
Solar	2.072	-	22	-	29	22	51	0,02	0%	56%	44%
Eolica	3.140	-	47	-	232	47	279	0,09	0%	83%	17%
Geotermica	8.287	-	123	-	363	123	486	0,06	0%	75%	25%
Nucleoeléctrica	14.503	62	285	21	1.730	326	2.077	0,14	1%	83%	16%
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 (2017 US\$/kWh)	Costo Total	Trabajo	Materiales	Capital	Combustible
Termica Diessel (Grupo Motor 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
Termoelectrica Fossil	0,08	100%	33%	47%	20%
Nucleoeléctrica	0,14	100%	16%	83%	1%
Hidráulica	0,13	100%	6%	92%	2%
Geotérmica	0,05	100%	25%	75%	0%
Eólica	0,09	100%	17%	83%	0%
Solar Foto	0,02	100%	44%	56%	0%

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

Uruguay: Asignación por consenso consumos intermedios.

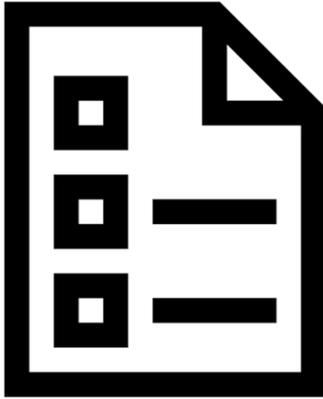
Código	Denominación	A.55	A.55.1 Fossil	A.55.2 Hidrica	A.55.3 Eolica	A.55.4 Biomasa	A.55.5 Solar
		Generación energía eléctrica	en millones de pesos				
A.11	Silvicultura extracción de madera	128,0	0	-	-	128,0	-
A.15	Extracción de petróleo crudo y gas natural	48,8	48,8	-	-	-	-
A.37	Fabricación de coque y de productos de la	2.366,5	2.366,5	-	-	-	-
A.55	Generación energía eléctrica	4.843,9					
	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 Generación energía eléctrica	A.55.1 Fossil	18%	A.55.2 Hidrica	53%	A.55.3 Eolica	21%	A.55.4 Biomasa	7%	A.55.5 Solar
Total de usos de origen nacional precios básicos		17.071	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
VAB precios básicos		36.535	-1309		24.909		9.854		2.604		477
Producción precios básicos		55.399	1.990		34.943		13.819		3.989		658
VAB/PIB		36.535	-1.309		24.909		9.854		2.604		477
Remuneración de asalariados		8.772	1.958		920		1.014		4.855		25
			22%		10%		12%		55%		0,3%
Otros impuestos menos subvenciones sobre la producción		-298	-10,71		-188		-74,37		-21,47		-3,54
			13%		16%		48%		19%		3%
Excedente de explotación bruto A		28.013	-3262		24.169		8.891		-2.239		454
Ingreso mixto bruto B		49	6		8		24		9		2
Impuestos menos subvenciones sobre los productos		-	0		0		0		0		0
Total	Costo Total de los Insumos para calibrar Botton-up	17.071	3.029,2		9.048,9		3.575,6		1.253,6		163,4

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

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

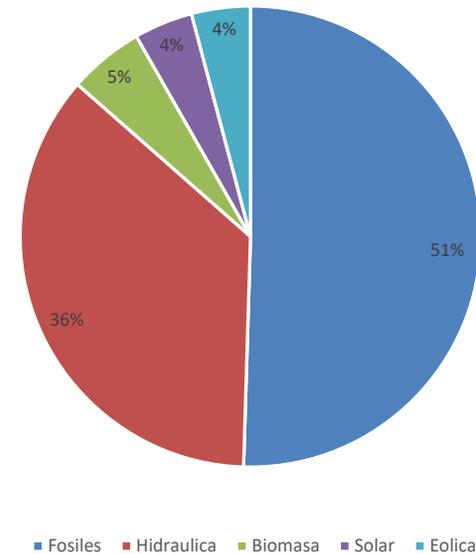
Chile: Multiplicadores de actividad económica

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 intermediación financiera	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
Total	1,785146	1,615578	1,857427	1,838891	1,530252	1,297769	1,670187	1,284176	1,297551	1,809134	1,709167	1,646202	1,459055	1,379189	1,419699	1,389476	1,347989

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)

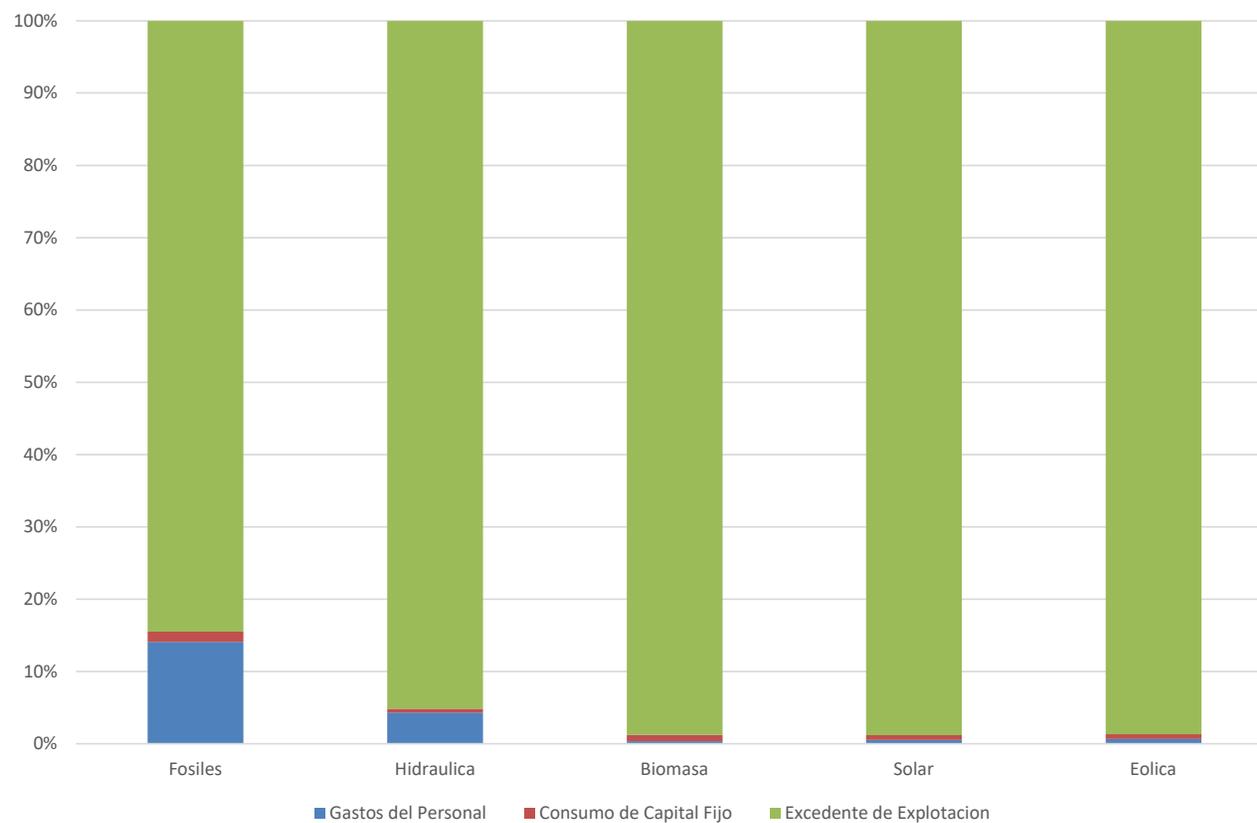
	Tecnologías										
	Total	Fosiles	%	Hidraulica	%	Biomasa	%	Solar	%	Eolica	%
Demanda Interna	3.555	2.125	60%	1.063	30%	121	3%	123	3%	123	3%
Exportaciones Netas	-842	-851	101%	7,1	-1%	1,1	0%	0,8	0%	0,8	0%
Exportaciones de Bienes y Servicios	27	17,4	64%	7,1	26%	1,1	4%	0,8	3%	0,8	3%
Importaciones de Bienes y Servicios	869	869	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Demanda Final	2.713	1.274	47%	1.070	39%	122,1	5%	123,8	5%	123,8	5%
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%
Valor Añadido	2.713	1.274	47%	1.070	39%	122,1	5%	123,8	5%	123,8	5%
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%
Retribucion de los Factores de Produccion	2.713	1.276	47%	1.071	139%	122,5	15%	123,5	14%	123,6	14%

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 a	Biomasa	Solar	Eólica
Generación (A)	GWh	73.877	47.281	19.208	2.955	2.216	2.216
Valor Agregado (B)	Millones US\$	4.009	1.882	1.581	180	183	183
Valor Agregado (B) / Generación (A)	Miles US\$/GWh	54	40	82	61	83	83

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



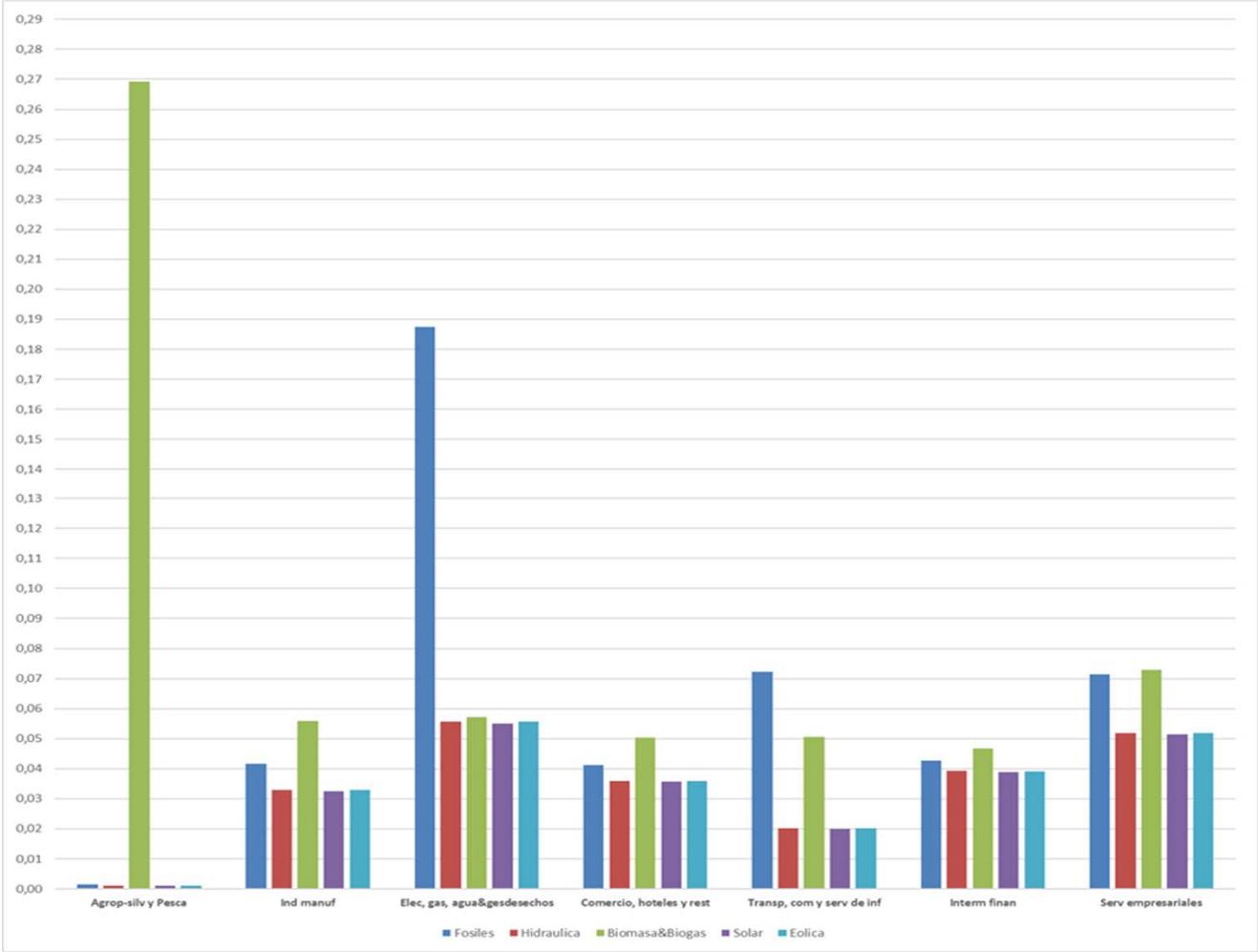
Fuente: estimación del autor con base en la sección anterior.

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

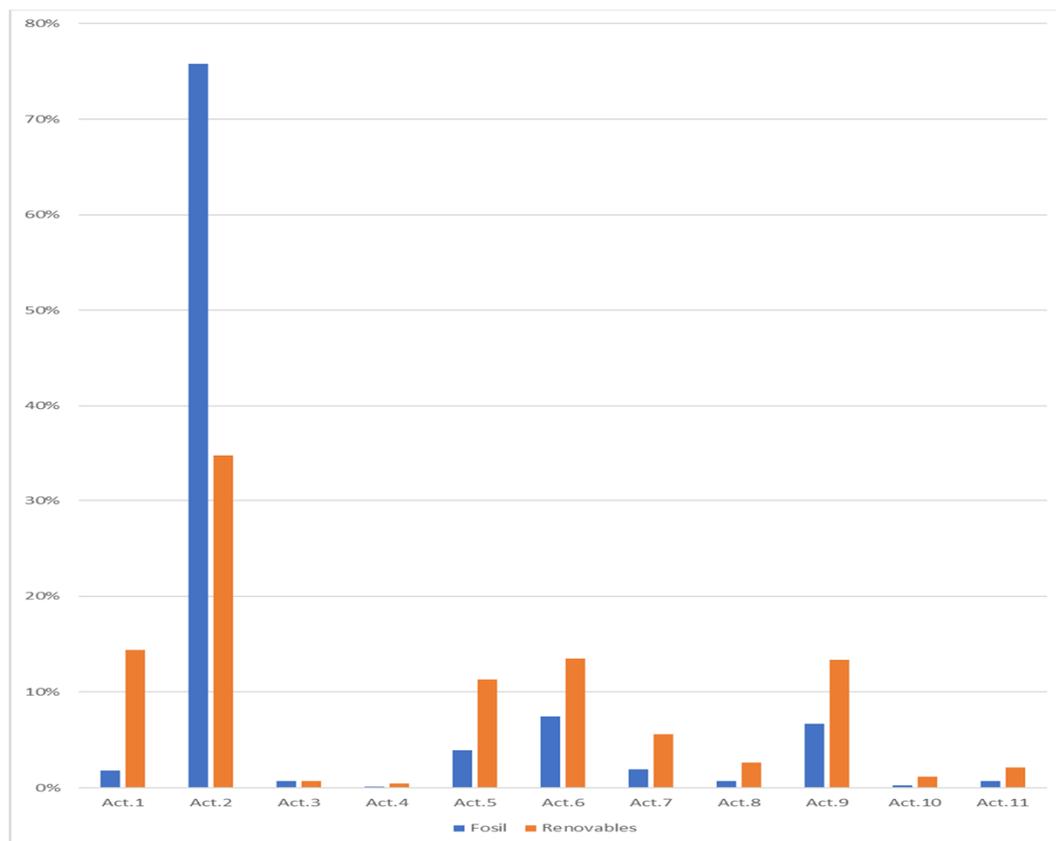
	Contribucion					
	Total	%	Directa	%	Indirecta	%
Total	3.861	100%	2.713	100%	1.148	100%
Fosiles	1.950	50%	1.274	47%	676	59%
Hidraulica	1.389	36%	1.070	39%	319	28%
Biomasa	204	5%	122	4%	82	7%
Solar	159	4%	124	5%	35	3%
Eolica	160	4%	124	5%	37	3%

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

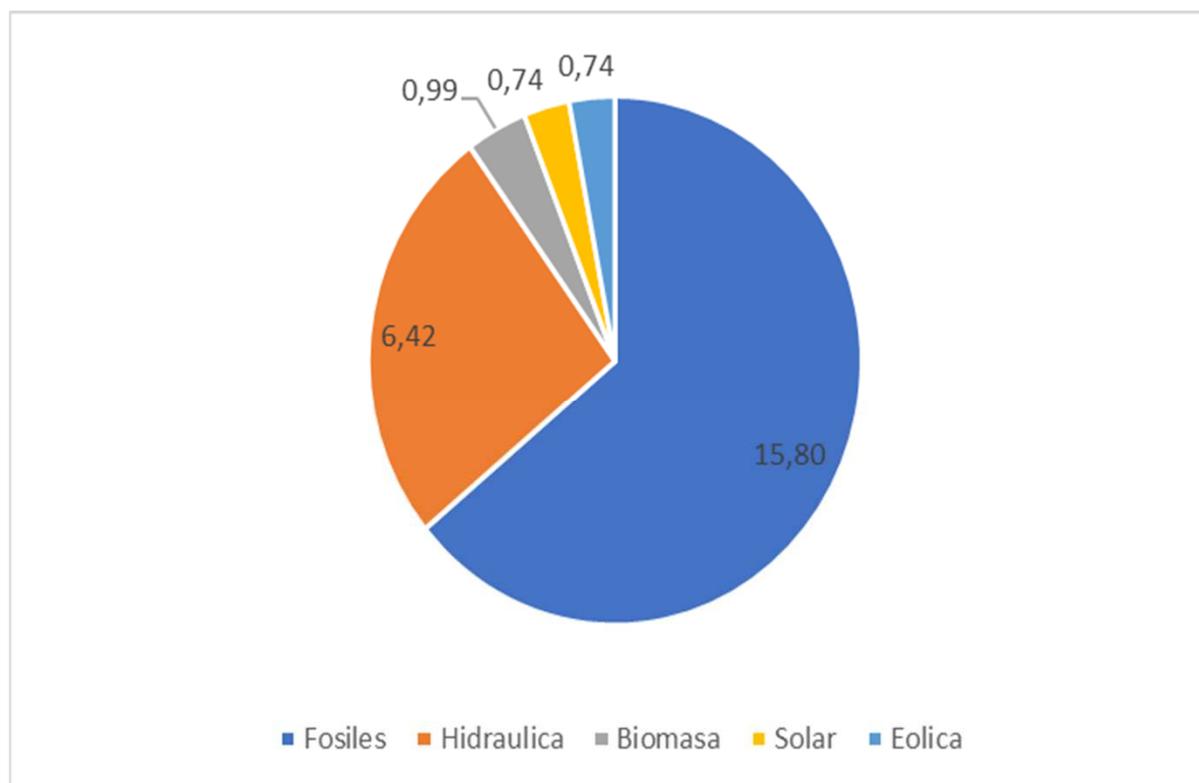


Act.1	Producción agropecuaria, forestación y pesca.
Act.2	Explotación de minas y canteras y actividades conexas. Industrias Manufactureras.
Act.3	Suministro de gas, vapor y aire acondicionado y suministro de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento
Act.4	Construcción
Act.5	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.

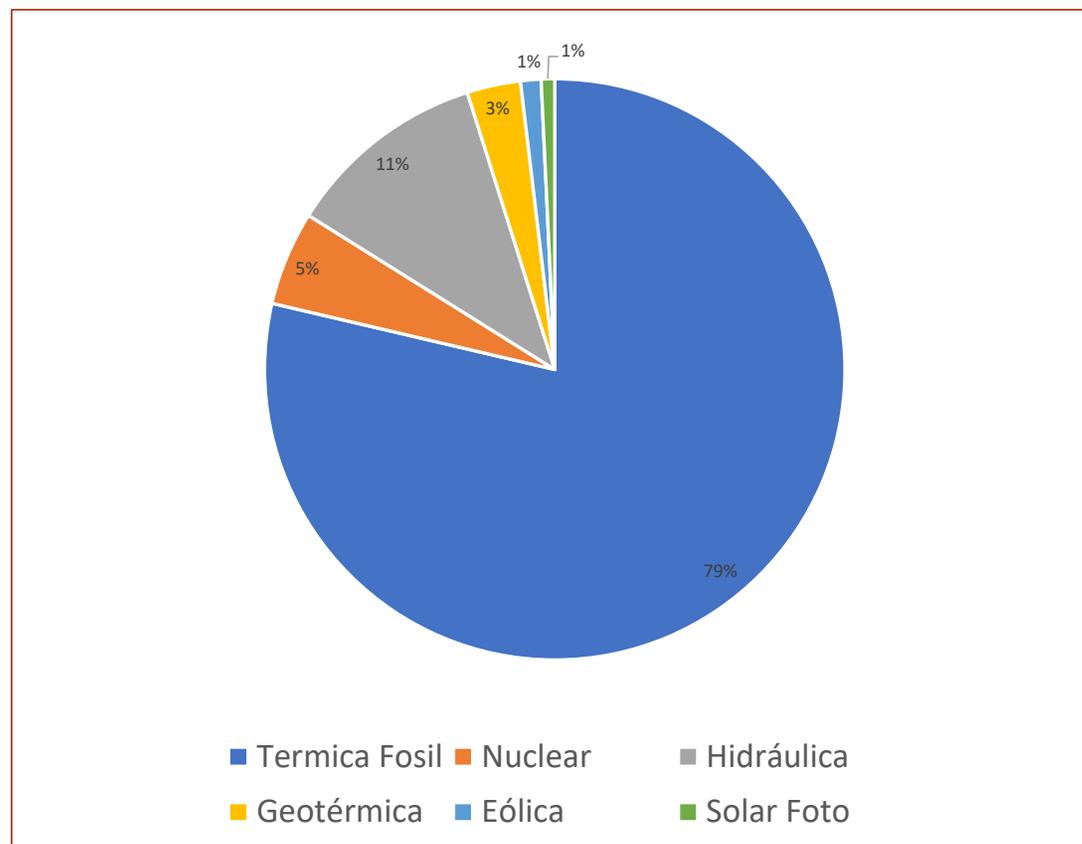
Chile, Importancia de las tecnologías de generación de acuerdo con su multiplicador.

Multiplicador del PIB		
Fósiles	Sector Clave	0,8
Nuclear	Sector Impulsor	1,8
Hidráulica	Sector Impulsor	1,4
Geotérmica	Sector Clave	0,7
Eólica	Sector Impulsor	1,0
Solar	Sector Isla	0,3
Multiplicador del Empleo		
Fósiles	Sector Clave	0,9
Nuclear	Sector Impulsor	2,1
Hidráulica	Sector Isla	0,2
Geotérmica	Sector Impulsor	1,1
Eólica	Sector Impulsor	1,1
Solar	Sector Clave	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)
País	225.775	8.216.000	27.480
Sector Generación de Electricidad	4.008	7.623	525.744
Energías Fósiles	1.882	5.990	314.190
Hidráulica	1.581	1.385	1.141.259
Biomasa	180	28	6.436.535
Solar	183	115	1.592.848
Eólica	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 Generados	Ocupados / Miles de Millones de \$ 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

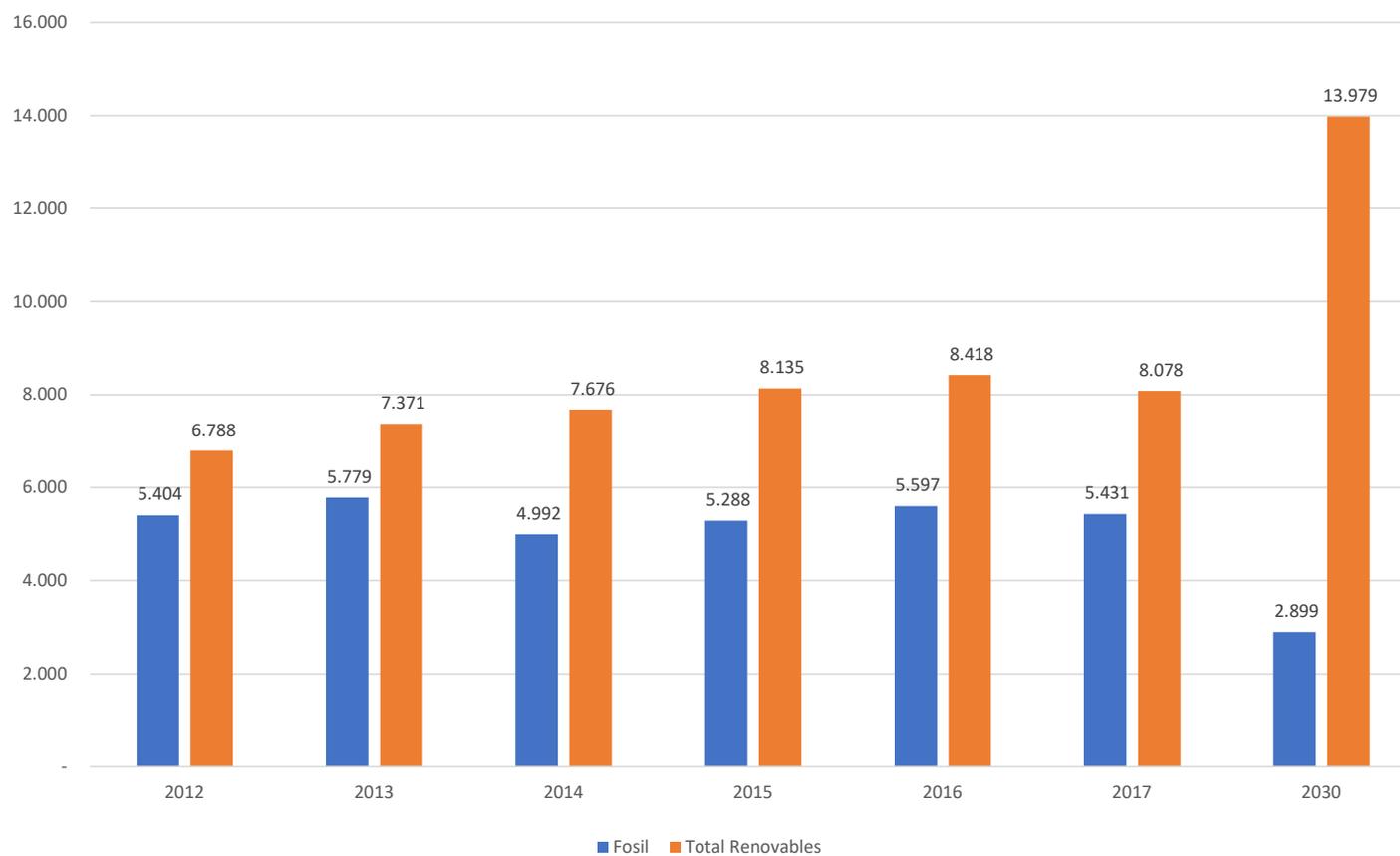
Fuente: Estimación del Autor.

Chile, Generación y empleo. 2012 -2017.

	Total Generación incluye total biomasa	Total Empleo	Combustibles Fósiles		Solar		Eólica		Hídrica		Biomasa	
			GWh	Ocupados / TWh	GWh	Ocupados / TWh	GWh	Ocupados / TWh	GWh	Ocupados / TWh	GWh	Ocupados / TWh
				110		76		65		158		737
			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

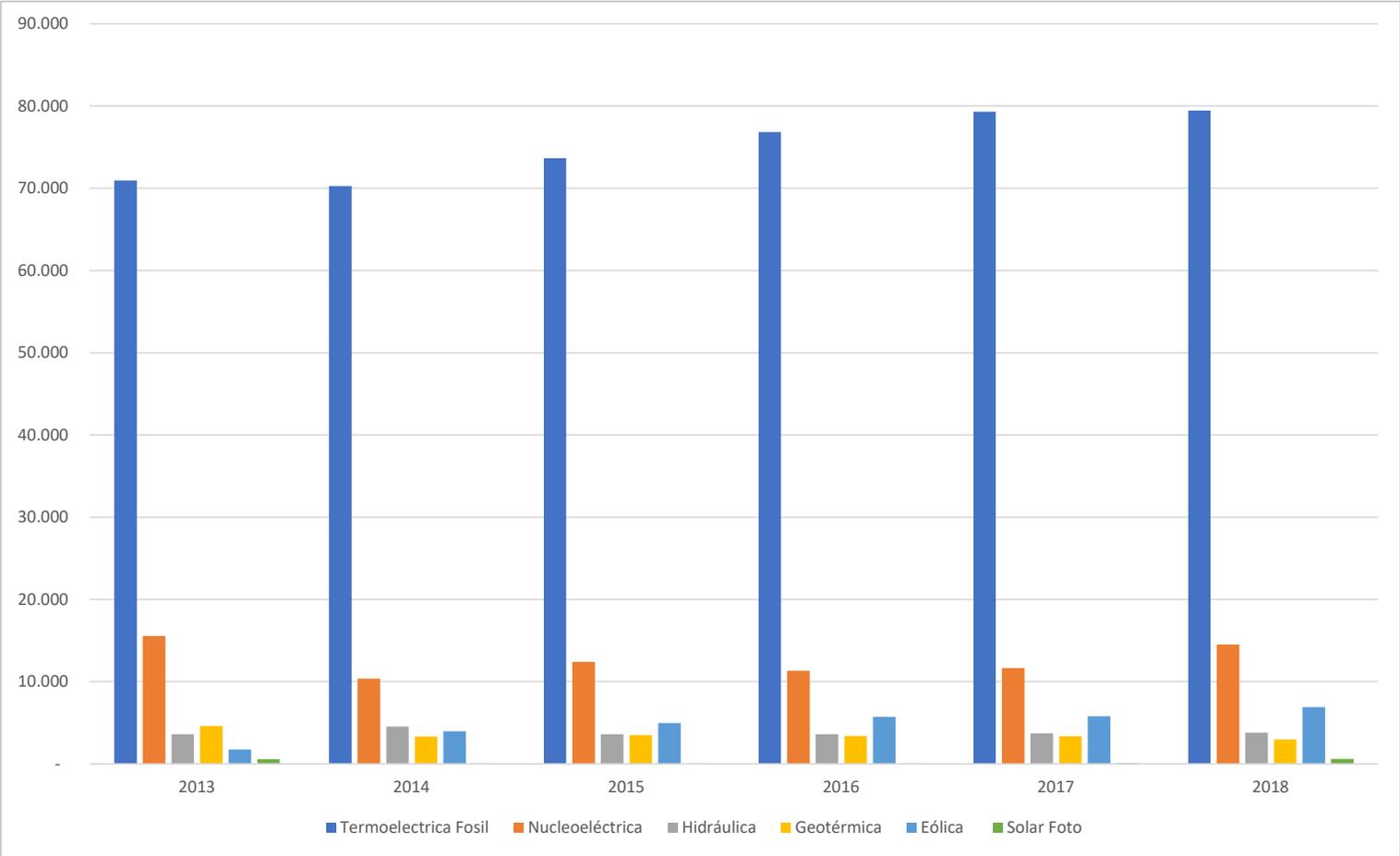
Fuente: Elaboración del autor.

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)

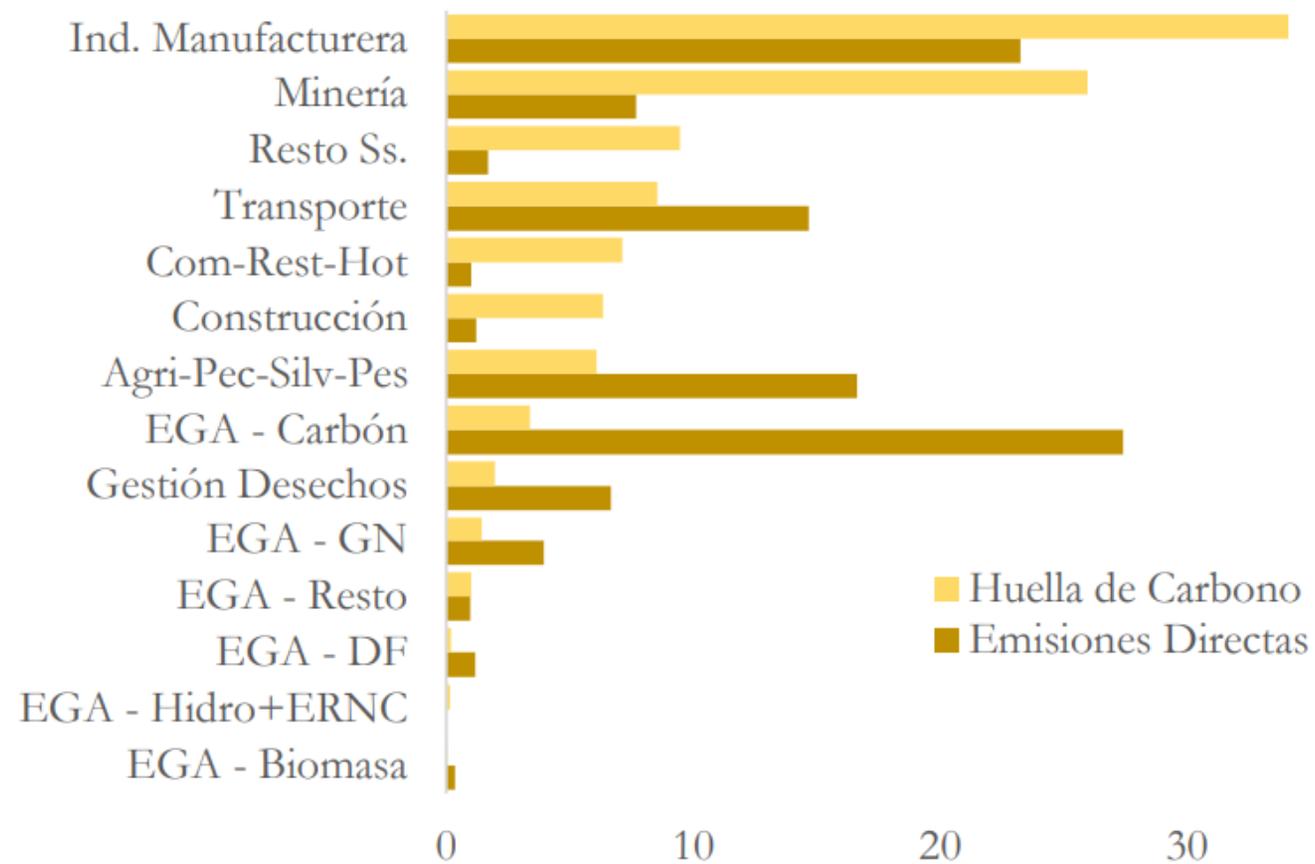
	Fósiles	Hidraulica	Biomasa	Solar	Eolica
Ratio Empleo Directos / Produccion	2,11	0,99	0,26	1,00	1,98
Empleo Indirecto	1,1	0,3	0,2	0,3	0,6
Empleos Directo + Indirecto	3,2	1,3	0,4	1,3	2,6

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

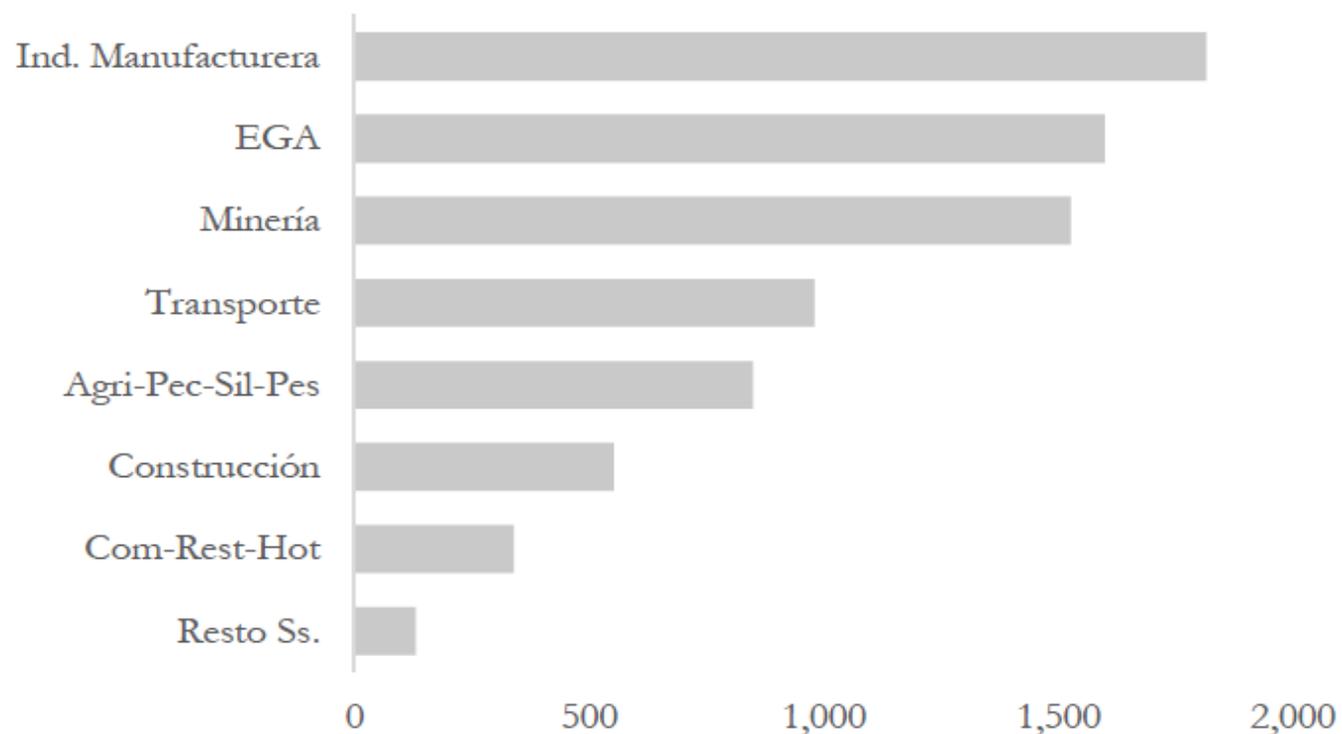
	PIB Directo	PIB Indirecto	PIB Total
	por \$1 millón de US\$ en Generacion Electrica		
Fósiles	0,385	0,204	0,588
Hidráulica	0,795	0,237	1,032
Biomasa	0,589	0,395	0,984
Solar	0,795	0,226	1,021
Eolica	0,795	0,237	1,032
	Empleo Directo	Empleo Indirecto	Total, empleo
	por \$1 millón de US\$ en Generación 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