

# Analisis sobre producción electrica en Sudamerica

Paulo Zepeda

10/4/2020

## Introducción

El cambio climático ha impulsado la necesidad de cambiar la forma en que se genera electricidad a nivel mundial. Las formas contaminantes de producción como mediante la combustión de material fósil (e.g. petróleo) esta dentro de las principales causas del aumento exponencial de los gases invernadero en el siglo pasado. En este contexto, el cambio a formas de generación mas “verdes” es una de las estrategias claves en la lucha contra el cambio climático. Dentro de estas formas encontramos las energías renovables, definidas como la energía obtenida desde flujos persistentes y repetitivos que ocurren en ambientes locales (Twidell and Weir 2015). Algunas de ellas son la energía solar, eólica (que utiliza el viento como fuente de energía) e hídrica.

Para poder abordar esta problemática la información es vital, es por ello que el trabajo realizado por la división de estadística de las Naciones Unidas (UNDS por sus siglas en inglés) surge como una buena herramienta para monitorear como los distintos países se relacionan con la energía. La UNDS, todos los años genera un base de datos donde registra distintas transacciones energéticas generadas por los países del mundo. Entre estas transacciones podemos encontrar, generación, almacenamiento, importación, exportación, de distintas formas de energía como solar, mareomotriz, termoelectrica, entre otras. Esta recopilación se le denomina “El cuestionario” (UNDS 2015).

Si buscamos realizar un análisis exploratorio de esta base de datos un buen punto de partida es acotar la información. Un buen objeto de estudio es Sudamérica, esto dada la presencia de países con variadas realidades, algunos con poblaciones muy grandes (Brasil y Argentina) y otros con poblaciones pequeñas (Ecuador y Suriname). Otro factor es las grandes diferencias en los tamaños de las economías, dato que puede tener una fuerte influencia en la cantidad de energía que se genera. Es por ello que en este trabajo se plantea como objetivo general, realizar un análisis sobre la producción de electricidad en los distintos países de Sudamérica y tomar como caso particular a Chile, para generar un modelo para predecir la generación para los años 2015 a 2019.

## Objetivo de investigación

- Determinar los países sudamericanos líderes en producción de electricidad según forma de generación entre los años 1991 y 2014.
- Determinar los países sudamericanos líderes en producción de electricidad per capita entre los años 1991 y 2014.
- Generar un modelo lineal para proyectar la producción de energía años 2015-2019 para Chile, usando como variables el tamaño de la población y el PIB.

# Metodología

## Filtrar base de datos de la UNDS

La base de datos generada por la UNDS, “El Cuestionario”, cuenta con mas de 1 millón de daos que recopilan información sobre el uso, almacenamiento, importación, generación de energía entre otras transacciones. Esto para todos los paises del mundo entre los años 1990 y 2014. Dado el gran volumen de información es necesario focalizar el analisis en ciertos paises y transacciones. El objetivo de este trabajo esta centrado en paises sudamericanos, por ello el primer filtro aplicado es según paises dejando solo los siguientes:

Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Paraguay, Perú, Suriname, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela.

Luego el siguiente filtro esta en el tipo de energia, en este caso electrica, para evaluar solo transacciones de este tipo de energia se selecciono según “unidad”, en “El cuestionario” hay datos con distintas unidades como Toneladas metricas, Terajoules o Kilowatt-hour, esta ultima unidad de medida esta relacionada mas con generación electrica por lo que se uso como filtro para este encontrar este tipo de transacciones.

Para poder comparar las distintas industrias de los paises sudamericanos, se agrego el tamaño poblacional de cada pais entre 1991 y 2019, esto con la finalidad de tener una visión per capita de los niveles de producción de electricidad. La base de datos de la población por años fue obtenida de la pagina del Banco Mundial (CITA). En esta misma linea se agrego el PIB y PIB per capita, para comparar teniendo en cuenta el tamaño de las distintas economias. Los datos de PIB fueron obtenidos de la CEPAL (CITA) y el dato per capita del Banco Mundial (CITA)

## Análisis exploratorio

Como punto de partida se realizo un promedio de la producción total de energía electrica para todos los paises en el ragno de tiempo (1990-2014), el cual fue expuesto en una tabla. Seguido a esto se realizó una serie de analisis exploratorios, graficando la tendencia de producción entre los años 1990 y 2014 segun distintas variables de transacción. Producción electrica total, producción electrica mediante combustible fosil, producción electrica total desde energía solar, producción electrica total desde energia eolica, producción electrica total desde energía hidrica y producción electrica total desde termogeneradoras. Todas estas fuentes de producción fueron ademas calculadas dividiendo la cantidad total por el total de población para cada año según cada pais, esto genero un per capita de producción.

## Modelo lineal para proyección de producción electrica para Chile

Se genero un modelo lineal que calculaba la cantidad de energia producida tomando como variable el PIB y la cantida de población para cada año. Luego de calculado este modelo se realizaron predicciones usando modelos de Producción total, Producción eolica y Producción mediante combustible fosil. Se incorpore como variables conocidas el PIB y tamaño poblacional entre los años 2015-2019 para asi determinar la producción (variable no conocida)

# Resultados

## Procesamiento bases de datos

La base de datos de la UNDS cuenta con más de un millón de datos para los distintos países a escala mundial, es por ello que se realizó un filtro, enfocando así la investigación en países sudamericanos (13) específicamente en temas relacionados a Electricidad, dejando así un total de 8595 datos. Los resultados del filtro de los datos se exponen en la Figura @ref(fig:esquema)

Table 1: Producción Total como actividad principal por países

country	Mean	SD
Brazil	340610.08	87082.13
Venezuela (Bolivar. Rep.)	92073.74	22767.98
Argentina	85475.41	24729.43
Colombia	48057.94	10516.91
Paraguay	47874.54	10137.91
Chile	41145.76	17010.22
Peru	22600.40	9985.87
Ecuador	11976.57	4015.81
Uruguay	8233.52	1540.88
Trinidad and Tobago	6187.88	1979.73
Bolivia (Plur. State of)	4607.72	1869.37
Guyana	451.39	179.33
Suriname	230.66	156.24

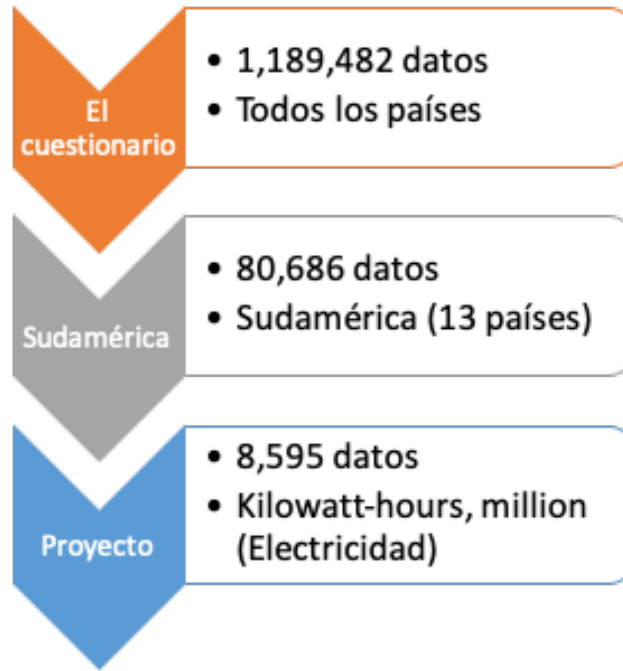


Figure 1: Esquema filtro de datos

## Producción Total

El primer análisis exploratorio consistió en promediar la producción total de energía entre 1990 y 2014 para cada país, los datos se exponen en la tabla @ref(tab:Tabla1)

Esto se expone en la Figura @ref(fig:Figura2) que contiene la producción total de electricidad por países

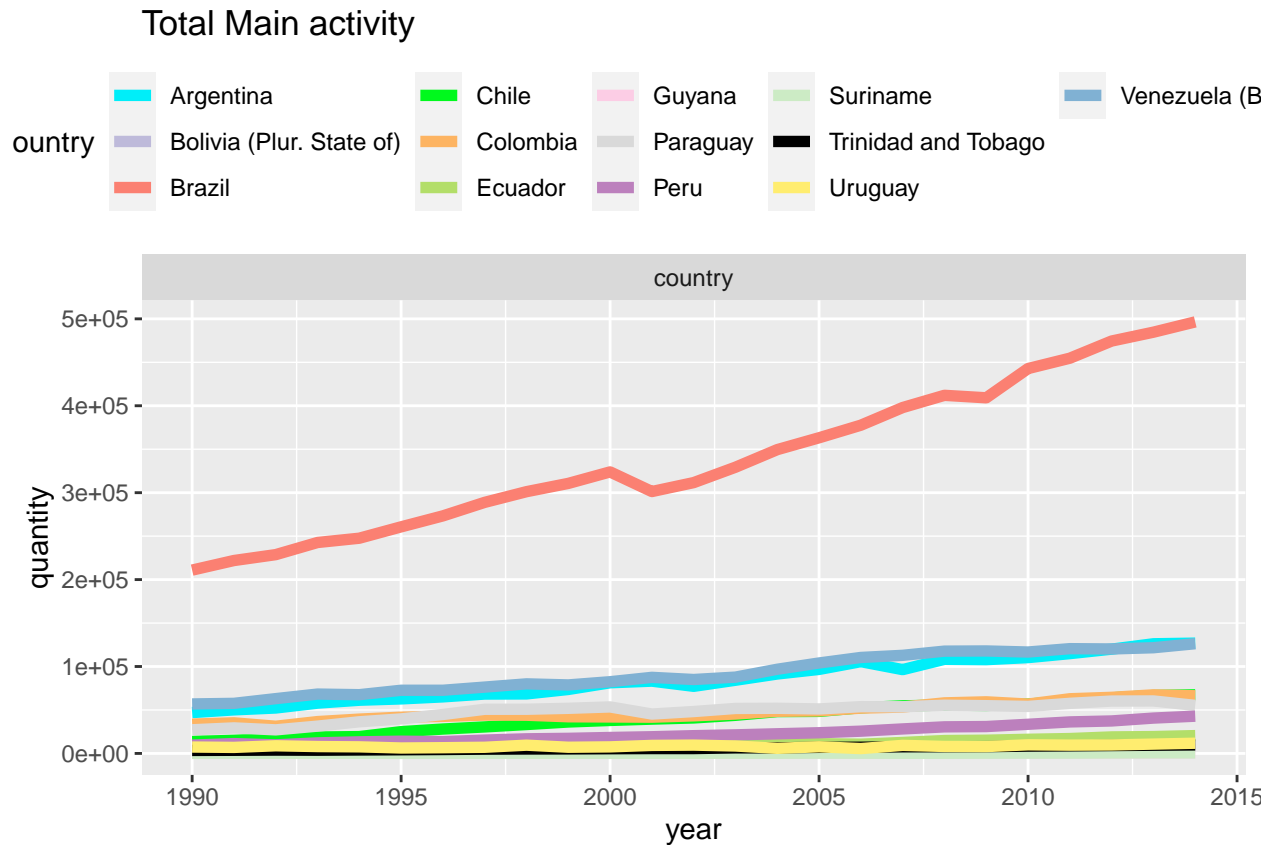


Figure 2: Producción total de electricidad

Sudamerica es un continente que alberga países con distintas realidades, es así como Brasil se empuja entre los más poblados del mundo pero en el otro extremo hay países con escasa población. Es por esto que se estandarizó la producción total por la cantidad de individuos como se detalla en la metodología.

## Total Main Per capita

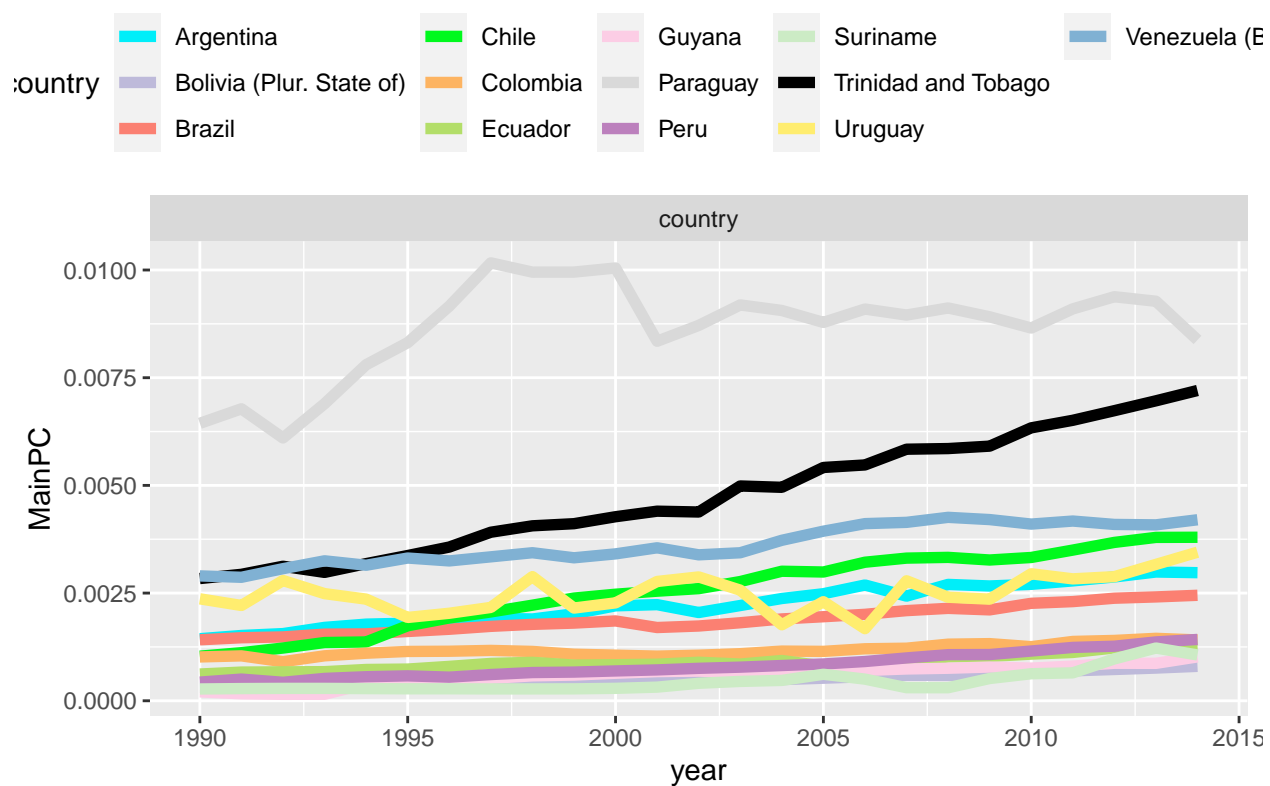


Figure 3: Producción total de electricidad per capita

Produccion por combustión

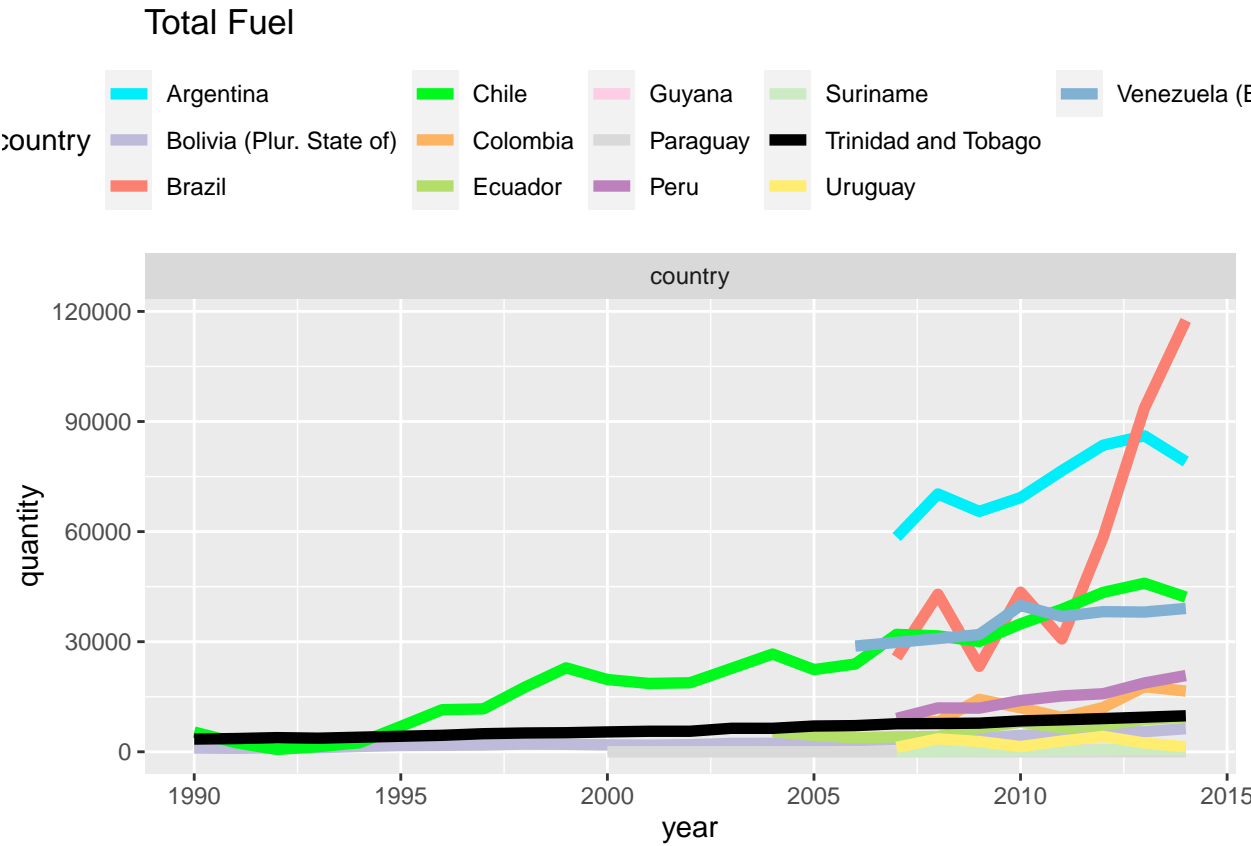


Figure 4: Producción de electricidad por combustibles fosiles

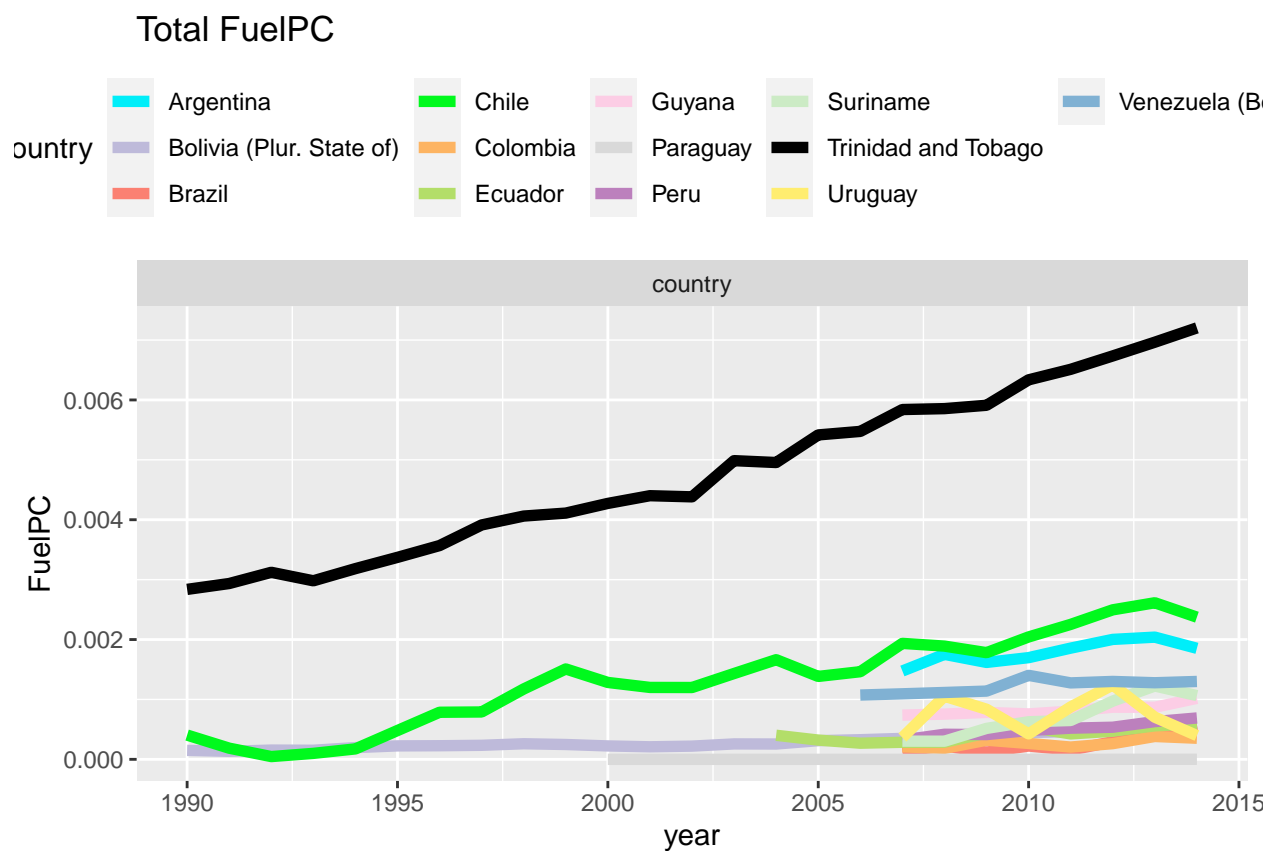


Figure 5: Producción de electricidad por combustibles fosiles per capita

## Producción total distintas fuentes

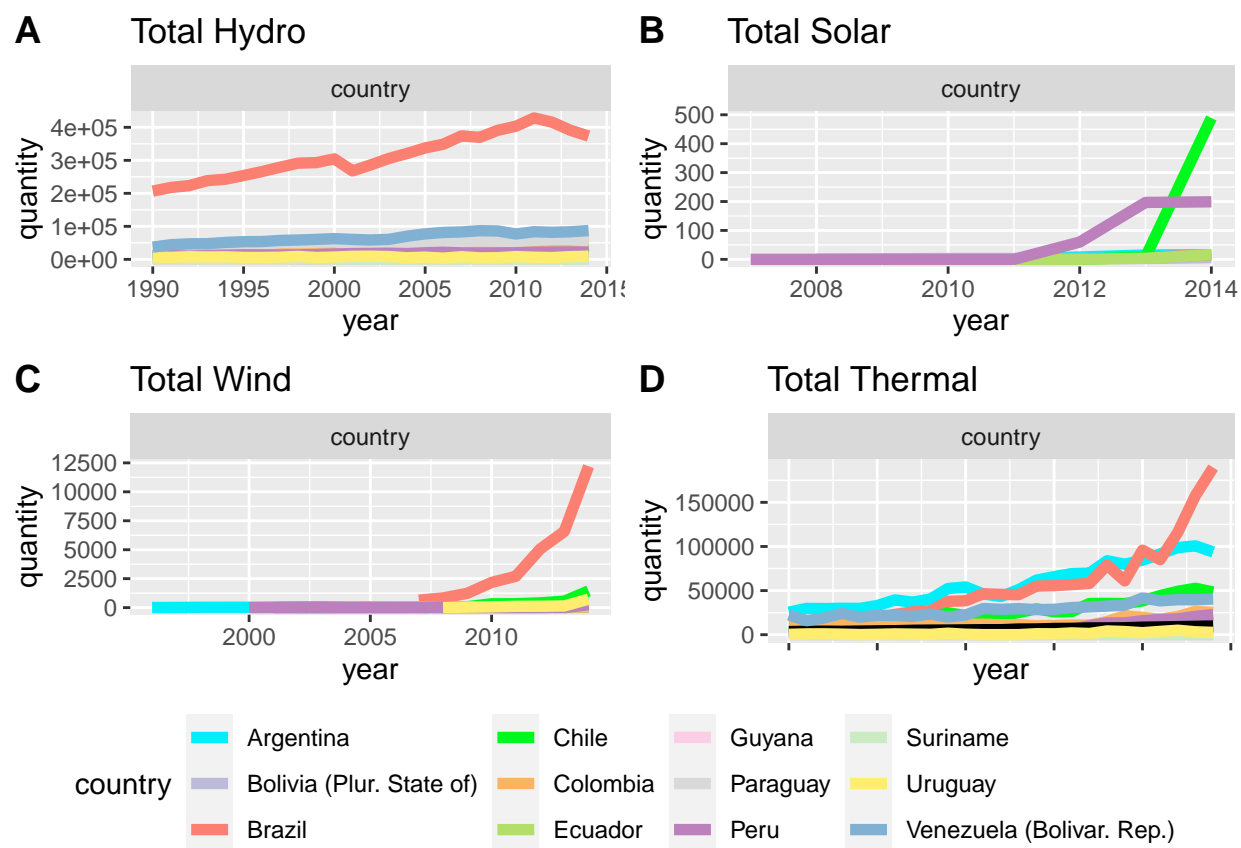


Figure 6: Producción de electricidad por distintas fuentes



Table 2: Proyecciones Modelo Actividad

Años	fit	lwr	upr
2015	70697.94	69438.36	71957.52
2016	73727.96	72354.73	75101.19
2017	76998.17	75535.08	78461.26
2018	80244.04	78663.12	81824.96
2019	83099.10	81385.07	84813.13

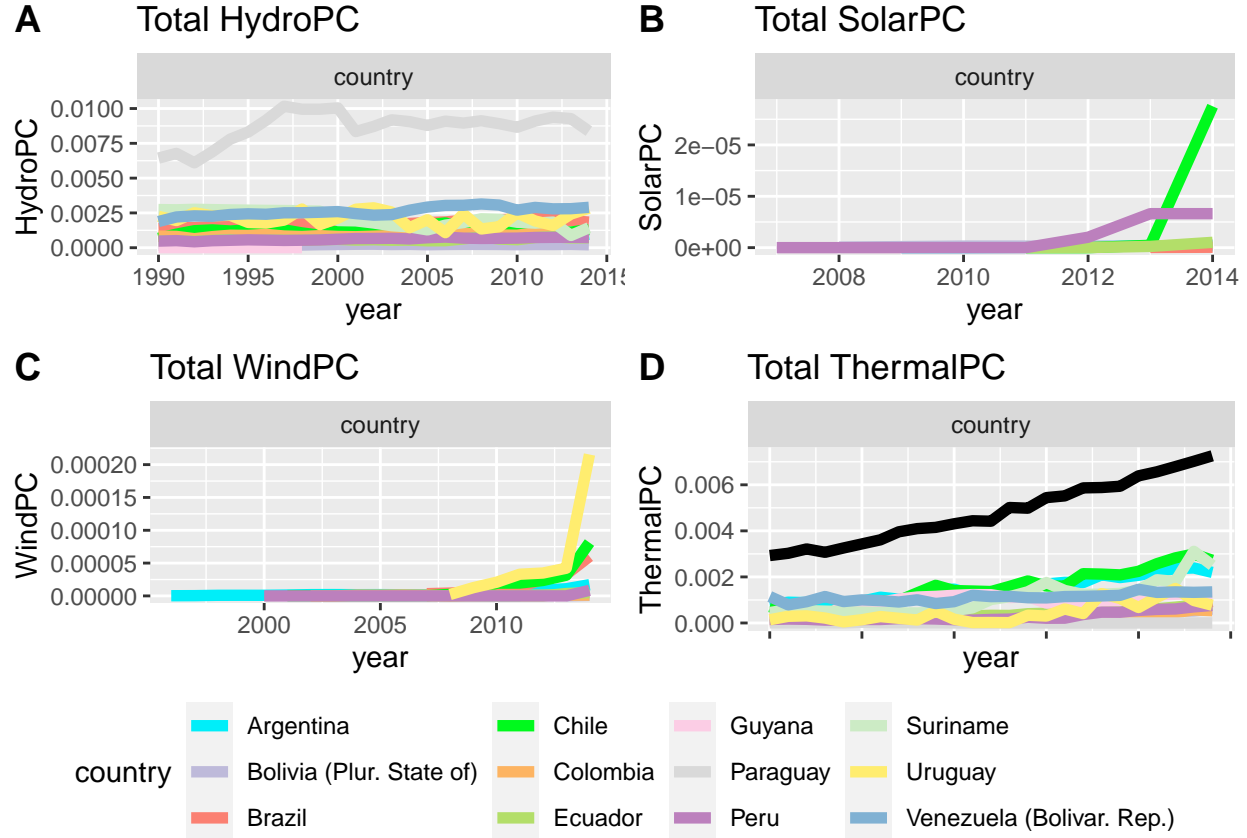


Figure 7: Producción de electricidad por distintas fuentes per capita

## Modelo

Modelo lineal para estimar la producción total de electricidad además de la producción mediante métodos específicos como solar, eólica, hidrica y termal.

Siguiente ejemplo es un modelo inicial para producción total Solar para Chile estimando año 2015

## Discusión

- Los mayores productores de electricidad en la región son Brasil, Venezuela y Argentina.
- Algunas tecnologías como la producción solar o mediante viento aparecen como factor relevante bien avanzado los 2000 y solo en algunos países.

Table 3: Proyecciones Modelo Producción Eolica

Años	fit	lwr	upr
2015	1283.32	540.33	2026.31
2016	1519.45	588.59	2450.31
2017	1630.35	675.25	2585.46
2018	1778.64	750.81	2806.47
2019	2163.59	754.89	3572.30

Table 4: Proyecciones Modelo Producción por combustible

Años	fit	lwr	upr
2015	44497.58	41730.06	47265.10
2016	46638.71	43621.49	49655.94
2017	49720.02	46505.36	52934.68
2018	52573.89	49100.33	56047.44
2019	53721.80	49955.77	57487.82

- En el caso de la producción de energía mediante radiación solar Chile presenta un liderazgo notable con un claro aumento desde 2013.

## Conclusión

En términos de producción total de energía eléctrica Sudamérica tiene claros lideres, Brasil, Venezuela y Argentina. Pero con el cambio a la producción con energías renovables aparecen nuevos lideres como Chile en términos de generación Solar

## Referencias

- Twidell, John, and Tony Weir. 2015. *Renewable Energy Resources*. Routledge.
- UNDS. 2015. “Global Energy Trade & Production 1990 - 2014.” Kaggle.