

Crecimiento economico y consumo de energia

yo

Caratula

Resumen

Introduccion

El Producto Interno Bruto Interno (PIB) per capita, muchas veces visto como un indicador de bienestar de la poblacion es algo de lo cual casi siempre se habla a la hora de hacer politica publica, orientada a la mejora de las condiciones de vida de las personas. Existen muchas teorias las cuales tratan de conocer cuales son las variables que causan un crecimiento economico¹, y las condiciones para que exista crecimiento economico sostenido concuerdan que la acumulacion de capital, la acumulacion capital humano y tecnologia son algunas de estas variables.

Por otro lado la energia electrica es mas que un simple insumo del proceso productivo, basicamente todos los procesos de la industria presinden de este, hasta el punto en que si su demanda para una empresa es lo suficientemente alta hacen acuerdos donde dejan de lado las tarifas y acuerdan un precio asi como el consumo minimo requerido para que las partes esten de acuerdo con el contrato. Y como en tendencia si la productividad aumenta los requerimientos de energia electrica seran mayores para poder suplir la demanda.

El Producto Interno Bruto (PIB) de la nacion en hoy asciende a pib nacional a precios constantes del 10, disminuyo en los ultimos meses a causa de la crisis sanitaria que al dia de hoy aun se mantiene. El crecimiento economico del sector electrico que pudo operar con normalidad en esta crisis tambien disminuyo en los ultimos meses.

Asi mismo el Producto Interno por habitante (PIB per capita) que muestra el nivel de riqueza o bienestar en niveles monetarios en un momento determinado, sigue el mismo que el PIB comportamiento, la tasa de crecimiento se encuentra al rededor de 12 % en el periodo 12, con tendencia a la baja.

En contraste la demanda de energia tiene un comportamiento similar se ve una caida en el consumo de energia en los ultimos meses con un decrecimiento del consumo de **# r decrece** antes del febrero del 2020 tenia una tendencia positiva. Los sectores los cuales mayor demanda tienen son la mineria y la industria, los cuales la mayoría de sus consumidores son “usuarios libres”² los cuales pueden acordar el precio al cual comprar la energia electrica. Actualmente las hidroelectricas son las principales proveedoras de energia electrica.

Importancia de la investigacion

Actualmente las investigaciones en el peru respecto a la relacion crecimiento economico y consumo de electricidad son escasos, por lo que aun no se sabe empiricamente el mecanismo de trasmision del tema. Por lo que el desarrollo de la investigacion tratara de cubrir ese vacio en literatura para que pueda servir tanto para la aplicacion de politica publica o optimizacion eficiente de los recursos energeticos.

¹El modelo basico de crecimiento economico endogeno es de Solow

²Clientes que tiene un consumo superior a 2.5 Kwh

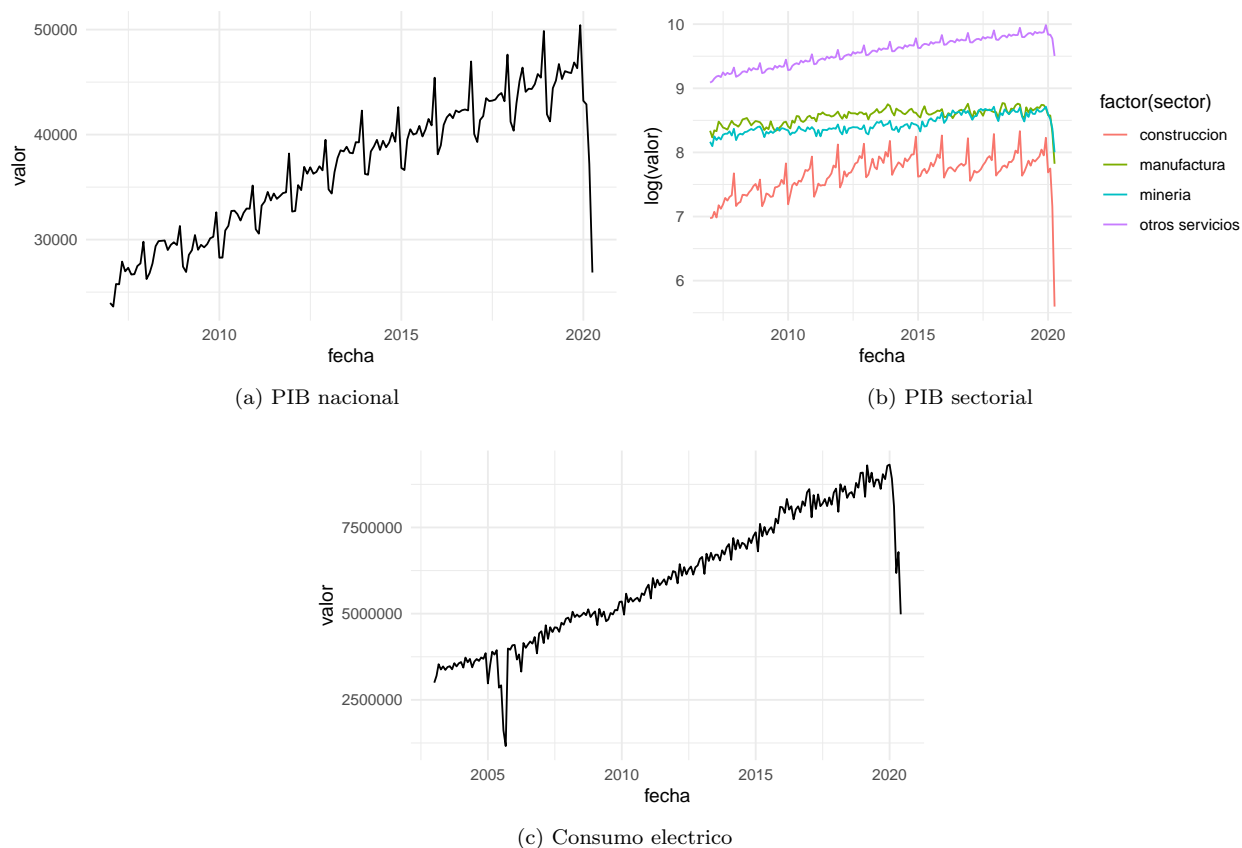


Figura 1: Datos

Antecedentes teoricos

Muchos autores se han preocupado sobre la interaccion entre el Crecimiento Economico (CEc) y el Consumo Electrico³ (CEl). Como la electricidad es un bien que dada sus características, no se puede almacenar en grandes cantidades además de que los costos incurridos en ello son actualmente bastante elevados, por lo que se debe atender a una demanda inmediata dicho esto, la oferta debe adaptarse muy rapido para anteder algun exceso de demanda, pero tambien debe estar atento para cuando la demanda baja para evitar sobrecargar el sistema, todas estas coordinaciones estan a cargo del Comité de Operación Económica del Sistema (COES) por lo que la interaccion entre las actividades productivas y el consumo elctrico determinaran las acciones de politicas energeticas adecuadas.

La Prensa Nacional de Academas (NAP)⁴ *NAP196* mostro un esquema de sobre como las 2 variables interaccuan de la siguiente manera: *pagina 26 900*,

“La electrificacion como un medio de proceso basado en el uso de la electricidad, la electrificacion puede aumentar o disminuir el consumo de electricidad, dependiendo de factores tales como si hay un cambio en la tecnica de produccion de no electrico a electrico, la cantidad de electricidad consumida puede ser mayor si los precios de los productos caen debido a una mayor eficiencia en la produccion, incrementandose la productividad expresado normalmente como la tasa de crecimiento de la productividad de los sectores productivos, que un agregado significa un incremento en la productividad nacional, dando como consecuencia el incremento de los ingresos, además de un incremento en la demanda de la electricidad”

³En un principio era la variable **energia** pero ahora se se validaron modelos con el Consumo Electrico

⁴Por sus siglas en ingles

![alt](https://link de la figura presente)

En tanto *Keen1029* basandose en *Kummel2010* establece una funcion de produccion modificada con energia, la cual llama Energy-Augmented Cobb-Douglas Production Function (EACDPF)

$$Q = AK^\alpha L^\beta E^\chi$$

La condición de retornos constantes a escala ahora es:

$$\alpha + \beta + \chi = 1$$

La energia no jugaria un papel importante en la ecuacion *ref equ* si se elige valores de α y β tales que $\alpha + \beta = 1$ ya que esto elimina cualquier funcion de la energia en la produccion. Si por ejemplo χ fuese 0.07 significaria que un aumento en un 50 % de la energia(mientras que se mantienen K y L constantes) causaria solo un aumento del 2.8 % en la produccion, por lo que caidas extremas en la energia tendria efectos triviales en la produccion.

Autores como *Payne 2020* y *Ozturk2010* abordan esta relacion potencial entre el Consumo de Energia y Crecimiento Economico, mencionanando 4 hipotesis, y recopilan los trabajos empiricos preexistentes que apoyan estas hipotesis.

1. Hipotesis crecimiento

Sostiene una relacion causal unidireccional del consumo electrico hacia el crecimiento economico. En esta situacion, una reduccion en el consumo electrico tiene un impacto negativo en el crecimiento economico. Si se tradujeran en acciones de politicas de conservacion energeticas orientadas a disminuir la demanda de energia electrica estas pueden tener efectos negativos sobre el crecimiento economico.

$$CE_n \rightarrow CE_l$$

2. Hipotesis Conservadora

Establece una relacion causal unidireccional desde el crecimiento economico hacia la demanda de energia electrica, en consecuencia las politicas de conservacion de energia electrica tienen poco o nulo impacto sobre el crecimiento economico, debido a que el costo de la energia es muy pequeno como proporcion del PIB y por lo tanto el consumo de energia es probable que tenga un impacto poco significativo en el crecimiento economico.

$$CE_l \rightarrow CE_n$$

3. Hipotesis retroalimentacion

Establece una relacion bilateral entre el crecimiento economico y el consumo electrico en donde las politicas conservadoras de energia no son recomendables, al contratio, se propone incentivar el desarrollo del sector electrico para impulsar el crecimiento economico.

$$CE_c \leftrightarrow CE_l$$

4. Hipotesis de neutralidad

Afirma que estas variables son independiente por lo que no existe ninguna relacion de causalidad entre el consumo de energia electrica y el crecimiento economico. En este escenario, las politicas de conservacion de energia orientadas a la reduccion del consumo electrico no tendran influencia en el crecimiento economico.

$$CE_c \nleftrightarrow CE_l$$

Para poder validar estas hipótesis se basan en modelos de crecimiento endógeno, con estimaciones en series de tiempo y datos de panel, los cuales destacan los modelos de Vectores Autoregresivos (VAR), Vector de corrección de errores (VEC), Tests de causalidad a lo Granger, Test de causalidad a lo Brief, Test Toda-Yanamoto y test de cointegración.

Antecedentes empíricos

Hay una gran cantidad de trabajos que examinan las relaciones empíricas entre consumo eléctrico y crecimiento económico. Literatura empírica sobre la relación entre el consumo de electricidad y el crecimiento económico se puede dividir en dos tiempos períodos: el corto y el largo plazo.

Existen varios trabajos empíricos que examinan las relaciones entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico, la literatura empírica sobre esta relación se puede dividir en 2 tiempos: el corto y el largo plazo. Existe también otra división la cual son clasificadas por las 4 hipótesis mencionadas anteriormente.

Ali2020 examinó la relación entre el consumo de energía eléctrica y el crecimiento económico, usando mínimos cuadrados dinámicos (DOLS por sus siglas en inglés), para Nigeria en una muestra temporal 1971-2014, donde la relación unidireccional en el largo plazo con significancia al 5 % que se dirige del consumo de energía hacia el crecimiento económico. *Amaluddin2020* examinó la relación entre el consumo eléctrico, el acceso a internet, y el crecimiento económico para las 33 provincias de Indonesia, usando un Modelo de corrección de errores de vector de panel (PVECM por sus siglas en inglés) y DOLS, encontró que en largo plazo confirma la hipótesis de retroalimentación entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico por el canal de transmisión del acceso a tecnología. *Atchike2020* para probar que existe relación causal unidireccional entre el consumo eléctrico en el largo plazo, se apoya en el método de estimación ARLD⁵, donde el canal de transmisión es la inversión directa con un ajuste del 60.72 %. *Tsaurai2020* estudió el consumo de energía renovable en los países de Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (BRICS) basándose en un modelo de datos de panel desde 1993 hasta 2015, encontró una relación negativa entre el consumo de energía renovable sobre el crecimiento económico, pero su otra estimación sugiere que este impacto negativo se redujo por la educación. *Syzdykova2020* estudió la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico en la Comunidad de estados independientes (CIS) desde 1992-2018, encontró empíricamente regresiones con datos de panel que los efectos del consumo de energía sobre el crecimiento difieren, pero en la mayoría de las economías se sobrepone la hipótesis de retroalimentación. *Sharma2020* incluyó una nueva variable de análisis la cual es las tecnologías de información y comunicación como canal de transmisión entre el consumo energético y el crecimiento económico en los países asiáticos, la investigación apoyó la hipótesis de retroalimentación para países con mediana y alta tecnología exportada, mientras que los países con baja tecnología apoyó la hipótesis de neutralidad. *Rajkumari2020* se concentra en Karnataka una provincia de India la cual tiene un rápido crecimiento económico, con un alto crecimiento industrial, sin embargo, el test de causalidad de Granger reveló que no hay alguna relación causal entre las variables apoyando la hipótesis de neutralidad.

Alsaedi2019 referencial estudió la relación dinámica entre el consumo eléctrico, la carga máxima y el consumo eléctrico en Arabia Saudí, usando un modelo VAR muestra una relación bilateral entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico, la función de impulso respuesta a 10 años muestra que el ratio de crecimiento es de 7.21 % y 6.87 % para las variables en cuestión, además la contribución del consumo eléctrico, y el crecimiento económico son 10 % y 34 % respectivamente; en tanto la carga máxima es una variable significativa para explicar el crecimiento económico. *Amoako2019* examinó la relación entre el consumo eléctrico y el crecimiento económico en Ghana, mediante un modelo ADLR mostró que existe una relación unidireccional que va desde el crecimiento económico y consumo eléctrico. De igual manera la investigación de *Balcilar2019* en Pakistán mostró mediante el test de causalidad de Toda-Yanamoto, una relación unidireccional del crecimiento económico hacia el consumo eléctrico en por que apoya la hipótesis conservadora. *Sultan2019* en su investigación para India 1971 - 2014 encontró una relación de largo plazo bidireccional entre el consumo de energía y el crecimiento, validando estos resultados por el test de causalidad a lo Granger. *Marques2019* en su investigación orientada para China en un periodo desde 1971 hasta el 2014, que en Norte y Sur América, el impacto en el corto y largo plazo las elasticidades entre el consumo de energía y el crecimiento tienen un

⁵Autoregressive Distributed Lag

efecto bilateral significativos al 5 % en el largo plazo, mientras que en largo plazo son significativos al 10 %. En Europa y Asia central la relacion en el corto plazo se encuentra una relacion unidireccion entre el consumo de energia y el crecimiento economico, mientras que el largo plazo la relacion es bidireccional. En Asia del Pacifico se confirma la hipotesis de retroalimentacion en el corto y largo plazo. En Africa y el Medio Este en el corto plazo se encuentra una relacion bilateral entre el consumo de energia y el crecimiento economico, mientras que en largo plazo existe una relacion unidireccional del crecimiento economico hacia el consumo de energia. En China las reformas en el mercado electrico durante el 2000 hasta el 2016 mostro una inconsistencia entre en la relacion entre el crecimiento economico y el consumo electrico, el modelo VAR muestra que no hay relacion alguna entre las variables apostando por la hipotesis de neutralidad [Lin2019].

Bakirtas2018 que en su estudio mostraba la interaccion entre el consumo energetico, la urbanizacion y el crecimiento economico, mostro una relacion causal validada por el test Dumitrescu-Hurlin panel Granger que paises comerciales emergentes (Colombia, India, Indonesia, Kenia, Malasia, y Mexico), la existencia de causalidad en el sentido de Granger para un modelo bivariado que va desde el crecimiento economico hacia el consumo de energia, mientras que para un modelo trivariado la relacion fue del crecimiento economico y la urbanizacion hacia el consumo de energia, y desde el consumo de energia y el crecimiento economico hacia la urbanizacion. *Bah2017* mostro que para Sudafrica durante el periodo 1971-2012 no hay evidencia de alguna relacion causal entre las variables estas conclusiones validadas por el Test de Toda-Yanamoto apoyando la hipotesis de neutralidad. *MarroquinArreola2017* en un estudio para Mexico mostro una relacion causal en un modelo bivariado unidireccional entre el consumo electrico y el crecimiento economico, mientras que para un modelo trivariado la relacion es mediante el ajuste de precios la demanda de electricidad se reduce y esto provoca que el crecimiento economico sea inerte a cambios del consumo de energia apostando por la hipotesis de neutralidad en este escenario. *Streimikeiene2016* estudio la relacion en el largo plazo entre el consumo de energia y el crecimiento economico, incluyendo capital fijo y el total de empleo observado, para 18 paises de la Union Europea en el periodo 1995-2012, basandose en un modelo **fulli modified ordinary least squares** (FMOLS) donde las variables estan conintegradas apoyando la hipotesis de neutralidad, mientras que su otra estimacion por **dynamic ordinari least squares** apoya la hipotesis de causalidad del consumo energetico hacia el crecimiento economico apoyando la hipotesis de crecimiento.

Ozman2016 empleo un modelo de datos de panel (PMEC) para investigar la relacion entre el consumo electrico y el crecimiento economico, para paises pertenecientes al Gulf Cooperation Council en un periodo desde 1975-2012, encontrando que en largo plazo que el consumo electrico y el crecimiento economico una relacion bidireccional. *Mutascu2016* mostro en su investigacion para paises perteneciente al G7, durante el periodo 1970-2012, mostro una relacion bidireccional entre el consumo electrico y el crecimiento economico en Canada, Japon, y los Estados Unidos apoyando la hipotesis de retroalimentacion, mientras que para los paises de Francia y Alemania hubo relacion causal unidireccional del crecimiento economico hacia el consumo electrico apoyando la hipotesis conservadora, el resto de paises miembros no mostro una relacion aparente en el sentido de Granger apoyando la hipotesis de neutralidad. *Abdoli2015* investigo para paises perteneciente al OPEC la relacion existente entre el consumo electrico y el crecimiento economico en el periodo 1980-2011, y evidencio que el corto plazo que existe relacion causal bidireccional entre el consumo electrico y el crecimiento economico apoyando la hipotesis de retroalimentacion y propone politicas energeticas que mejoren el consumo eficiente electrico. *Osigwe2015* para el pais de Nigeria propuso la interaccion de precios del petroleo, el consumo energetico y el crecimiento economico, los resultados mostraron una relacion causal bidireccional entre el consumo de energia y el crecimiento economico, de igual manera fue la interaccion entre el consumo de energia y el precio de esta.

Iyke2015 examino la relacion causal dinamica entre el consumo electrico la inflacion y el crecimiento economico en Nigeria con un modelo VECM en el periodo 1971-2011, los resultados muestran que existe una relacion causal del consumo de electrico hacia el crecimiento economico, apoyando la hipotesis de crecimiento. *Al2014* exploro los efectos de consumo de energia renovable y no renovable en el crecimiento economico para 18 paises de America en el periodo 1980-2010 mediante una regresion DOLS mostro que el largo plazo hay una relacion de causalidad bidireccional entre el consumo electrico no renovable y consumo electrico renovable sobre el crecimiento economico, siendo mas significativo la interaccion entre el consumo electrico no renovable con el crecimiento, que el consumo electrico renovable y el crecimiento economico, apoyando la hipotesis de retroalimentacion. *Paola2014* en un trabajo para explicar la relacion causal en Chile encontro que el largo plazo

existe una relacion causal al 10 % entre el crecimiento economico y el consumo electrico, mientras que existe una relacion causal del crecimiento economico y el consumo electrico hacia el empleo con significancia del 5 % en primera instancia apoyando la hipotesis conservadora. Por otro lado los resultados mostraron una relacion causal en el corto plazo que parte desde el consumo electrico hacia el crecimiento economico apoyando la hipotesis de crecimiento en el corto plazo. *Abbas2013* examino la relacion causal entre el consumo electrico y el crecimiento economico en los 2 paises densamente mas poblados del Sur de Asia, Pakistan e India. los resultados mostraron que el sector agriculturero existe relacion causal bidireccion entre el consumo electrico del sector agriculturero y el crecimiento del sector agriculturero en Pakistan, mientras que la India existe una relacion causal unidireccional entre el crecimiento economico hacia el consumo electrico apoyando la hipotesis conservadora. *Baranzini2013* investigo la relacion entre el uso de energia y el crecimiento economico en Suiza en el periodo 1950-2010, encontro una relacion bidireccional entre el uso de energia y el crecimiento economico en el largo plazo siendo significativos al 5 %, por lo tanto al apoyarse en la hipotesis de retroalimentacion sugiere que no se debe implementar politicas de conservacion de energia ya que esto tendra efectos negativos en el crecimiento economico.

Hechos utilizados

Modelo teorico

Para poder la interaccion entre el consumo electrico se sigue a *Yetkiner2013* donde muestra la relacion entre el precio de la energia y el crecimiento economico en el largo plazo

Hipotesis

Hipotesis general

- El efecto del consumo electrico, y el indice de precios al consumidor de la electricidad en el crecimiento economico fue positivo y negativo respectivamente,

Hipotesis especificas

- El efecto del consumo electrico en el crecimiento economico fue positivo.
- El efecto del indice de precios al consumidor de la electricidad fue negativo.

Metodologia

Especificacion del modelo

Siguiendo a la literatura mencionada en los antecedentes empiricos los modelos seran, Vectores autoregresivos (VAR), y el vector de correccion de error (VECM)

Validacion del modelo

Dikey1979, Johansen1991 Maki2012 Mutascu2016

Definicion de variables

La serie de tiempo empleadas estan conformadas por datos mensuales, iniciando en el año *#r inicio* hasta el año *#r mfin* con un total de *#r mobs* observaciones. Todas las variables estan expresadas en logaritmos naturales.

1. Consumo de Energia Electrica Consumo de Energia Electrica de un determinado territorio en un espacio temporal

- Fuente: Coes
- 2. Crecimiento Economico Incremento porcentual del Producto Interno Bruto real dividido entre la cantidad de habitantes de una economia en un periodo determinado
 - Fuente: BCRP
- 3. Indice de precios al consumidor Indice que mide el promedio de los precios que pagan los consumidores por una canasta basica de bienes y servicios
 - Fuente: INEI
- 4. Tarifa Precio que establece la autoridad publica para los servicios publicos
 - Fuente: BCRP

Resultados

Conclusiones

Recomendaciones

Referencias bibliograficas