

PETRÓLEO

Boletín Estadístico del Sector de Hidrocarburos
Observatorio de Energía y Minas (OEM)

al día

**El Efecto Asimétrico del
Precio del Petróleo en la
Economía Ecuatoriana**

**Esquemmatización de un sistema
fotovoltaico conectado a la red para
el aprovechamiento del potencial solar**

Petróleo al día
Boletín Estadístico del Sector de Hidrocarburos
N° 27, Junio 2022
Quito, Ecuador

Observatorio de Energía y Minas (OEM)
Centro de Investigaciones Económicas y Empresariales (CIEE)
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA)
Universidad de Las Américas (UDLA)

El Boletín “Petróleo al día” es una publicación del Observatorio de Energía y Minas de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA), de la Universidad de Las Américas (UDLA) en Quito, Ecuador. Nace con el objetivo de ampliar los recursos de información disponible para equipos docentes, de investigación y público en general, que apuntan a realizar análisis en torno a cuestiones relacionadas con el sector hidrocarburífero del Ecuador. Publicado de manera trimestral, se alimenta de artículos y datos que permitan tener una visión ampliada de la historia de la industria y el panorama actual.

Rector de la UDLA: Gonzalo Mendieta
Directora de Petrónimo al día: María Daniela Delgado
Editora de Petrónimo al día: Susana Herrero
Corrección de estilo: Karla Meneses

CONSEJO EDITORIAL

René Ortiz (Exsecretario General de la OPEP y Exministro de Energía y Minas del Ecuador); César Robalino (Exministro de Finanzas del Ecuador); Fernando Santos (Exministro de Energía y Minas del Ecuador); Jaime Carrera (Secretario Técnico del Observatorio de Política Fiscal); Vicente Albornoz (Decano de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA), de la Universidad de Las Américas - UDLA)

Los artículos que se publican en el Boletín “Petrónimo al día” son responsabilidad de sus autores y no muestran la opinión ni posición de la revista.

© UDLA - Universidad de Las Américas
Boletín trimestral (diciembre-marzo-junio-septiembre)

Diseño y diagramación: Observatorio de Energía y Minas Revisado por pares

Av. de los Granados E12-41 y Colimes esq., Quito, Ecuador - EC170125 <http://www.udla.edu.ec/>
(+593) (2) 3981000 / (+593) (2) 3970000
Para más información, envíos, suscripción o pedidos, dirigirse a
oem.ciee@udla.edu.ec o <http://www.observatorioenergiayminas.com/>
Base de datos disponible en <http://www.observatorioenergiayminas.com/>

Índice	
Instrucciones al autor Política	4
Presentación.....	6
Artículos de investigación.....	7
El Efecto Asimétrico del Precio del Petróleo en la Economía Ecuatoriana	7
Introducción	9
Revisión de Literatura	11
Contexto	15
Metodología	18
Resultados	20
Conclusiones	25
Referencias	26
Artículos de investigación.....	29
Esquematización de un sistema fotovoltaico conectado a la red para aprovechamiento del potencial solar	29
Introducción	32
Metodología	34
Resultados	42
Discusión	47
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Referencias	52
Índice de tablas estadísticas	54
R Tablas de resumen.....	54
A Estadísticas anuales	58
M Estadísticas mensuales	61
Referencias de tablas.....	64
Convocatoria para artículos del Boletín “Petróleo al día 28”	69

Instrucciones al autor Política

Editorial del Boletín “Petróleo al día”

El Boletín “Petróleo al día” es una publicación de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Las Américas, en Quito, Ecuador, que se publica trimestralmente. Enlace: <http://www.observatorioenergiayminas.com/>

La estructura del Boletín incluye: artículos de investigación, ensayos y análisis coyunturales. Para recibir los correspondientes documentos, el Observatorio de Energía y Minas publicará una convocatoria para su recepción. De manera general, se dispone de al menos un mes para la recepción. En la convocatoria se especifica la temática en torno de la cual se espera recibir los documentos.

El proceso para aceptación y publicación sigue tres pasos. (1) Una vez recibidos los documentos, se analiza si cumplen con las especificaciones indicadas en el documento de Normas de Publicación del Boletín “Petróleo al día”. De ser así, se considerarán como recibidos y se informará al autor. (2) El Consejo Editorial examinará si el documento corresponde con el tema propuesto por el Boletín, así como la adecuación del texto y del estilo. De ser así, se informará al autor de que el documento ha sido recibido positivamente. (3) Se inicia entonces un Proceso de Revisión por Pares, en el que un profesional con un perfil académico similar o superior valorará si el documento es (a) publicable, (b) publicable con modificaciones menores, (c) publicable con modificaciones mayores, o (d) no publicable.

La calificación y las observaciones serán informadas al autor, en cualquier caso. Las modificaciones recomendadas por el evaluador deberán ser incorporadas por el autor. Para más información o aclaraciones, dirigirse a oem.ciee@udla.edu.ec

Normas de publicación del Boletín “Petróleo al día”

Para la publicación en el Boletín “Petróleo al día”, deben cumplirse las siguientes indicaciones:

- El título del documento debe tener menos de 12 palabras.
- El tipo de letra de todo el documento es Arial de 12 puntos, con un interlineado de 1.5, con márgenes justificados de tres centímetros por cada lado, en una hoja tamaño A4.
- Las siglas deben indicar qué expresan, exclusivamente la primera vez que son utilizadas.
- El número de página se sitúa al final de la página a la derecha, en letra 10.
- Las tablas y figuras serán remitidas también en un documento en Excel. Estarán acompañadas de su título y su fuente dentro de la misma página. Se debe indicar en el título de la figura o tabla el período que comprende, el lugar, etc. Por ejemplo: Tabla 1. Indicadores de peso en Ecuador (1999-2000). Las figuras y tablas deben estar actualizadas y deben estar referidas; es decir, no debe



insertarse en el artículo una figura o tabla y no hacerse referencia expresa a ella, que sustente por qué ha sido incluida en el documento.

- Se cita siguiendo el estilo UDLA-APA (cf. Manual de publicaciones de APA, tercera edición en español de la sexta edición en inglés, resumidas en el enlace <http://www.observatorioenergiaminas.com/apaudla.html>).
- El autor deberá incluir una sección de referencias al final del artículo.
- Las notas a pie a letra 10 se utilizarán solo cuando sean estrictamente necesarias, no superiores en cualquier caso a las cinco líneas.

Revisión por pares del Boletín “Petróleo al día”

Una vez que el Consejo Editorial del Boletín “Petróleo al día” haya considerado un documento recibido positivamente, es decir, que cumple con los requisitos expuestos en las Normas de Publicación del Boletín “Petróleo al día”, enviará dicho texto a un evaluador quien lo analizará para determinar si es: (a) publicable, (b) publicable con modificaciones menores, (c) publicable con modificaciones mayores, o (d) no publicable.

El Consejo Editorial es la instancia que, sobre la base de la Hoja de Vida de cada evaluador, seleccionará a quien cuente con mayor experiencia para el proceso de revisión de un documento concreto. El autor será informado de la conclusión del evaluador. De no estar conforme, se le asignará un nuevo revisor. La decisión de este último deberá ser acatada por todas las partes, sin derecho a réplica formal.

Presentación

En el país existen diversas fuentes de información de acceso público acerca del sector de energía y minas, y si bien la información disponible es relevante, en muchas instancias no es abundante o no está organizada de una manera adecuada para el uso público. Debido a que el sector petrolero es importante en la economía ecuatoriana, es de interés para los investigadores y académicos que desean incursionar en áreas de investigación del sector hidrocarburífero, poder acceder a las cifras destacadas del sector.

El presente boletín reúne información clave sobre indicadores de producción y precios. Pretende aportar con información relevante sobre el desarrollo del sector petrolero en el Ecuador, para que pueda ser utilizada por investigadores, académicos, e informe a la sociedad con artículos y notas de interés general. El objetivo último es la difusión de la información histórica del petróleo en el Ecuador, recopilada de fuentes oficiales y privadas.

Se realiza un especial reconocimiento a todos los servidores públicos que permanecen en el anonimato y son los encargados de recabar y publicar la información utilizada en este Boletín.

Artículos de investigación

**El Efecto Asimétrico del Precio del Petróleo en la Economía
Ecuatoriana**

Paul Carrillo-Maldonado

paul.carrillo.maldonado@udla.edu.ec

Ingeniero en Ciencias Económicas y Financieras de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y Licenciado de la Universidad Jean Monnet (convenio con la EPN). Máster en Economía con mención en Economía del Desarrollo (FLACSO). Ph.D. en Economía del Desarrollo en el Programa Doctoral de FLACSO. Profesor en la Universidad de Las Américas (UDLA) e investigador asociado en el Laboratorio de Economía Política Ecuatoriana (EPEL).

Alan Bunce-Andrade

alan.bunce@udla.edu.ec

Presidente del Club de Economía de Universidad de las Américas Ecuador (UDLA). Ayudante de cátedra de la carrera de Economía en la misma universidad. Ganador del Concurso de Visualización 2020 (segundo lugar). Estudiante de Economía de la Universidad de las Américas Ecuador (UDLA). Pasante en el área de Operaciones Financieras en Crediprime S.A.

Fecha de recepción: 1 de mayo de 2022 / Fecha de aceptación: 19 de mayo de 2022

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es identificar la presencia de efectos asimétricos en el crecimiento económico de la economía ecuatoriana. Para demostrar la hipótesis de no – linealidad se estima el efecto del precio del petróleo en el producto interno bruto a través del modelo de proyecciones locales separando la evolución del precio del crudo entre variaciones positivas y negativas para el periodo 2003-2019. Los resultados muestran que las variaciones negativas (decrecimiento) del precio del petróleo tiene mayor efecto en la economía ecuatoriana que el incremento del mismo precio internacional.

Palabras clave: WTI, PIB, efecto no lineal, proyecciones locales, Ecuador.

ABSTRACT

The objective of this study is to identify if the international price of oil has asymmetric effects on the economic growth of Ecuador between 2003 and 2019. To observe this non-linearity in the economy, first, the evolution of the price of crude oil is separated into two states: positive and negative variations, and, subsequently, the effect of the price of oil on the gross domestic product is estimated through the model of local projections. The results show that negative variations (decrease) in the price of oil have a greater effect on the Ecuadorian economy than the increase in the same international price.

Keywords: WTI, GDP, Nonlinear effect, local projections, Ecuador.

Introducción

El petróleo es uno de los recursos productivos más usados por los agentes económicos de todos los países. Si bien, en la actualidad se ha intentado sustituir al recurso por otros elementos y fuentes de energía, no cabe duda de que sigue predominando como uno de los principales insumos para la producción, sobre todo en la generación de combustible y derivados de mismo, así como también en su participación en la demanda agregada de los agentes (Adelman, 1991).

Por lo tanto, las variaciones del precio que este recurso tenga podrían generar cambios en la economía de un país. Sin embargo, el alcance de este efecto va a depender principalmente de la temporalidad y de la dependencia económica al petróleo, como lo puede ser un país en donde sus exportaciones petroleras poseen gran participación en la economía (Mehrara, 2008).

Ecuador es un país latinoamericano que se encuentra en vías de desarrollo, cuya fuente principal de ingresos externos son aquellos que provienen de las exportaciones petroleras. Estos ingresos se canalizan a través del Estado ecuatoriano, siendo el Gobierno el receptor directo de dichas ganancias por exportaciones petroleras. Esta vía de canalización podría generar que los ingresos no solo impacten a la industria petrolera, sino también a otros sectores, impactando a los agregados económicos y por ende al crecimiento económico (Cueva y Ortiz, 2013).

Según lo mencionado, el petróleo posee gran relevancia en el Ecuador, y es por este motivo que estimar el efecto de cambios en su precio dentro de la economía ecuatoriana es de gran importancia para entender la dinámica de la economía y planificar/proyectar los ciclos de precios en procura de mantener estabilidad y solvencia económica. Por ende, el contexto del país da paso a la pregunta de investigación del presente estudio, la cual es: ¿Cuáles son los efectos de la variación en el precio del petróleo y su asimetría en el crecimiento de la producción del Ecuador? Y se sugiere dos hipótesis.

La primera sugiere que existe una relación positiva entre la variación del precio del petróleo y el crecimiento económico. La segunda hipótesis va ligada al comportamiento de esta relación, pues se propone que esta relación es asimétrica. Es decir, el impacto y persistencia en el crecimiento es mayor cuando el precio del petróleo disminuye, que cuando el precio sube.

La primera hipótesis de este escrito, la cual habla de la relación entre el precio y el crecimiento económico, ya ha sido comprobada en el estudio para la región andina de Carrillo-Maldonado y Díaz-Cassou (2019) en el cual se halló que un shock positivo del precio del petróleo tiene efectos positivos en la actividad económica del Ecuador. El aporte de esta investigación tiene como propósito extender este hallazgo a un modelo no lineal, en donde el enfoque se centrará en demostrar que la relación entre ambas variables es asimétrica.

El método de estimación que se aplica son las funciones impulso respuesta por proyecciones locales, en donde la variable dependiente es el crecimiento económico del Ecuador y la variable explicativa de interés es el precio internacional del petróleo. Este método fue formalizado por Jordà (2005) y fue propuesto como una alternativa a realizar funciones impulso respuesta usando Mínimos Cuadrado Ordinarios. Entre sus ventajas, las funciones de impulso respuesta proveerán inferencia apropiada y es un método más parsimonioso frente a otros procedimientos econométricos. (Montiel Olea y Plagborg-Møller, 2021).

Los resultados de esta investigación encuentran evidencia estadísticamente significativa para la relación directa entre el precio del petróleo y el crecimiento económico y además confirman que un shock negativo del precio (decrecimiento) impacta en mayor magnitud al crecimiento y tiene una persistencia mayor en el tiempo. Por otro lado, ante un shock positivo (crecimiento) el impacto en el crecimiento es menor en magnitud y persistencia.

Revisión de Literatura

A través de teorías económicas e investigaciones empíricas, la literatura ha comprobado que el impacto de cambios en el precio del petróleo no es el mismo para un país que importa el insumo, a un país que lo exporta. Estudios empíricos sugieren que las variaciones del precio internacional tienen un impacto positivo en la economía en los países exportadores y negativo en los importadores (Wang et al., 2013; Moshiri, 2015; Mehrara, 2008). Esta conclusión ha sido expuesta tanto para países en vías de desarrollo como economías avanzadas.

La diferencia del impacto está relacionada con la estructura económica de cada país. Por ejemplo, para aquellos países que importan el recurso, una subida en el precio implicaría mayores costos de importación, lo que podría generar efectos adversos en la producción y desacelerar el crecimiento. Por otro lado, para los países exportadores un aumento en el precio podría significar mayores ingresos por exportaciones petroleras, generando mayores beneficios económicos para aquellos países y acelerando el crecimiento (Wang et al., 2013).

Sin embargo, investigaciones relacionadas al tema han asumido implícitamente que el impacto es simétrico en la producción, respecto a un aumento o reducción de precio. A raíz de este supuesto, autores como Mory (1993) y Hamilton (1996) han realizado los primeros estudios que abordan el cuestionamiento si la relación es o no simétrica. Gracias a los aportes encontrados, la literatura ha comprobado que el efecto de cambios en el precio del petróleo es asimétrico, tanto para países importadores como exportadores.

Esta asimetría podría ser explicada principalmente por cambios en la dinámica de la economía de un país ante variaciones en el precio. Es decir, un shock externo lograría desencadenar efectos doble dirección en la actividad económica, que en paralelo puede estimular el crecimiento, pero a su vez generar efectos que contrarresten este primer impacto. De igual manera, la

implementación de la política fiscal como respuesta a este shock puede causar efectos que limiten el crecimiento y de igual manera profundizar los efectos adversos. Por ende, los mecanismos de transmisión del shock van a ser distintos, afectando asimétricamente a los agregados económicos (Mendoza y Vera, 2010; Mory, 1993).

Por ejemplo, en un escenario de expansión económica en donde la producción tendería a aumentar, el incremento hace que aumenten los ingresos que perciben los agentes. Considerando que las importaciones dependen positivamente del ingreso, ante un incremento de este haría que el volumen de los bienes y servicios importados aumenten (Rangel Vargas et al., 2019). Ante un incremento en el nivel de importaciones, la producción interna de un país disminuye, logrando que se contrarreste, en cierta medida, el crecimiento inicial (Blanchard y Perotti, 2002).

Por otro lado, en un escenario de recesión, la producción interna del país disminuiría. Esta disminución podría reducir la renta que perciben los agentes. Entonces, dada la relación de las importaciones y la renta, una reducción podría disminuir las importaciones y así hacer que la producción aumente en cierto grado, generando una aceleración del crecimiento. Sin embargo, la magnitud de cuanto la renta afecte a las importaciones va a depender de que tan propenso sea una economía a importar y ahorrar (Seidman y Lewis, 1999).

En cuanto al impacto de las elasticidades, Libanio (2006) afirma que una mayor propensión a importar podría contrarrestar el crecimiento a través de un incremento más que proporcional en las importaciones. Este gran aumento podría tener un impacto mayor que el incremento en la demanda y producción del mercado extranjero, lo cual generaría efectos adversos en la economía. De igual forma, una mayor propensión significaría una mayor dependencia al mercado mundial. Por lo que, aunque la renta local disminuya, los agentes seguirán importando un cierto nivel de bienes considerando que lo mismos no podrán ajustar su consumo, al menos en el corto plazo (Lo et al., 2007).

En cuanto a la elasticidad del ahorro, si el país tiene una mayor propensión marginal a ahorrar significa que mayor parte del incremento en la renta, causado

por ejemplo por el shock positivo, va a ir destinado al ahorro y no al consumo. De acuerdo con (Modigliani, 1970), las economías que experimentan una repentina y acelerada tasa de crecimiento deberían tender a ahorrar más, al menos en el corto plazo. Entonces, al aumentar los ahorros y la riqueza de los individuos y no tener un incremento significativo en el consumo, el impacto en la producción resultaría ser incierto (Carroll y Weil, 1994).

En la misma línea, en un escenario económico recesivo, el ahorro y riqueza se verían afectados negativamente, justamente para tratar de mantener el consumo necesario e inflexible ante cambios en la renta (Aghevli, 1999). Sin embargo, dicho consumo incluye, en cierta medida, un nivel de importaciones. Por ende, aunque la renta disminuya en este escenario, los agentes van a seguir importando en cierto grado. Estos efectos adversos perjudican aún más al crecimiento si el Estado tiende a usar políticas fiscales que tienen un comportamiento procíclico.

Es común que las economías hagan uso de la política fiscal para reestablecer el orden de la economía frente a cambios externos. Pues, empírica y teóricamente, un cambio en el gasto y en los impuestos puede tener efectos inmediatos en la producción interna que se perciben en el corto plazo (Carrillo-Maldonado, 2017). Es por este motivo que, al experimentar un shock exógeno que puede afectar o beneficiar a la economía, la política fiscal puede profundizar o contrarrestar los efectos causados por el cambio externo, al menos en la PIB (Gavin y Perotti, 1997).

Considerando que Ecuador es un país en vías de desarrollo, varios autores están de acuerdo en determinar que la política fiscal es procíclica en la región latinoamericana, específicamente el gasto público (Tabellini et al., 2008; Gavin y Perotti, 1997; Talvi y Vegh, 2005). Este comportamiento puede agravar aún más el efecto asimétrico de un shock exógeno. En particular, si un país está experimentando un ciclo económico expansivo, el Estado podría hacer uso de la política fiscal en el mismo sentido del ciclo. Por ejemplo, si el gasto público aumenta con los fondos obtenidos de un shock positivo, la renta nacional se incrementaría. Este incremento tendría nuevamente efectos en las

importaciones y el ahorro, por lo que nuevamente se desencadenaría los efectos bidimensionales (Palley, 2009).

Por otro lado, en un escenario recesivo, el Gobierno tendería a disminuir el gasto público. Sin embargo, es importante abarcar el tipo de gasto, puesto que, en concreto el gasto corriente no se puede ajustar en el corto plazo. Esto se debe a que, por lo general, este desembolso suele estar comprometido por el presupuesto del Estado al momento de involucrarse con contrataciones que son interrumpibles (Tullock et al., 1980). Ante este inconveniente, el Estado podría dejar de financiar el gasto de capital, el mismo que está ligado al crecimiento económico, por lo que su reducción haría que profundice aún más la recesión económica y dando paso a la existencia de asimetrías en el efecto. Durante los últimos años, autores como Moshiri y Banihashem (2012), Trang et al. (2017), y Mehrara (2008) han hecho estudios analizando la existencia de asimetrías para países exportadores de petróleo. Es importante mencionar que los hallazgos empíricos realizados para economías con esta estructura son relativamente menores en comparación a la evidencia que existe para economías importadoras del recurso. Esto se puede deber a que, generalmente, las economías que son importadoras son desarrolladas y con un peso importante en la economía mundial.

Los autores Mendoza y Vera (2010) se cuestionaron sobre la asimetría del efecto del precio en el crecimiento económico para Venezuela, uno de los países exportadores de petróleo más importantes en la economía mundial. Para reflejar la asimetría dentro del modelo, se basan en la propuesta de Lee (1995), donde los autores construyeron variables binarias donde solo se consideraba el precio cuando este crecía y cuando había un decrecimiento la variable ocupaba un valor de cero. Los resultados encontrados fueron que un aumento en el precio del petróleo inesperado tiene un efecto significativo mayor que un decrecimiento en el precio del petróleo, comprobando de nuevo la existencia de la asimetría del efecto.



Contexto

En esta sección se expondrá estadística descriptiva sobre información relevante en torno a la presente investigación. Dado que la variable de interés es el crecimiento económico del Ecuador, es importante analizar cómo ha sido su comportamiento a lo largo del tiempo. En el siguiente gráfico se evidencia el crecimiento durante las últimas cuatro décadas (1980-2021). A primera vista, se puede evidenciar que el crecimiento ha tenido fluctuaciones variantes desde 1980 hasta los tiempos actuales. Si se compara el promedio por década, se puede notar que Ecuador, generalmente, ha tenido un crecimiento promedio por sobre el crecimiento de la región latinoamericana, a excepción de la década de los noventa.

Conjuntamente, el gráfico resalta algunos puntos de recesión económica, en donde el país ha tenido decrecimientos considerables. Uno de ellos fue a finales de la década de los 80s, en donde el país sufrió de fenómenos naturales que llegaron a afectar a los oleoductos de petróleo, lo que causó que la producción del recurso natural se paralizara. También durante esos años, la OPEC decidió reducir la oferta petrolera, generando también cambios en la producción y precios del petróleo. Consiguiente a esta recesión, le sigue el decrecimiento por la crisis financiera que sufrió el país a finales de los 90s, misma que llevó al país a entrar en el proceso de dolarización. Luego, alrededor del 2016, el precio del petróleo tuvo una fuerte caída, lo cual afectó negativamente a Ecuador. Y en tiempos más actuales, en 2020 se produjo el confinamiento por el COVID-19, lo cual generó que el país entre en la mayor recesión económica de los último 40 años.

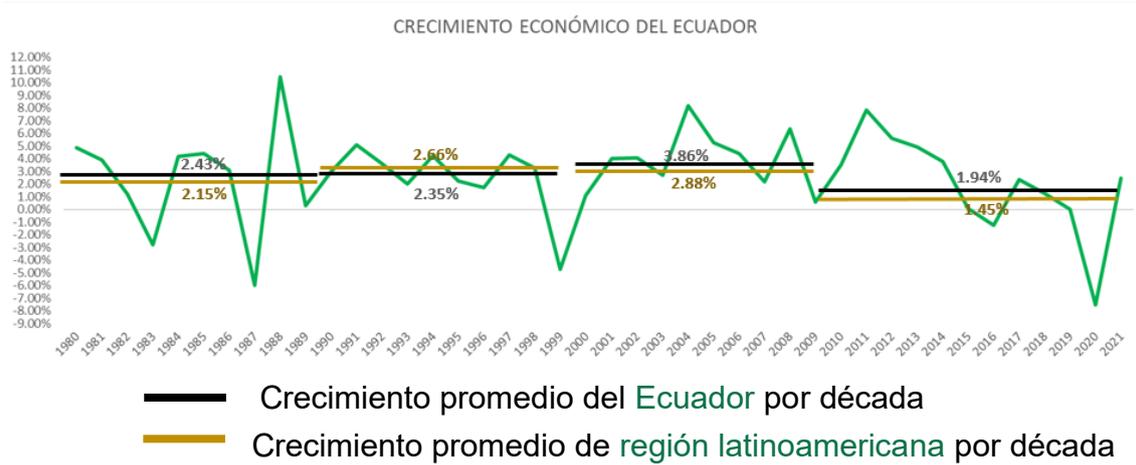


Figura 1. Crecimiento económico del Ecuador

En cuanto a la importancia que tiene las exportaciones petroleras en la economía ecuatoriana, el siguiente gráfico muestra el peso de estas como porcentaje del PIB real. Como se puede notar, las exportaciones petroleras han venido ganando mayor peso en la producción del Ecuador a lo largo de los años, específicamente al comienzo del boom petrolero que vivió el país. De igual manera, es relevante analizar cuál ha sido el peso de este tipo de exportaciones del total a lo largo del tiempo. Como se puede notar en el segundo gráfico, las exportaciones petroleras tienen un peso considerable en comparación a las exportaciones de productos no petroleros, con un promedio de 51% del total de exportaciones nacionales.

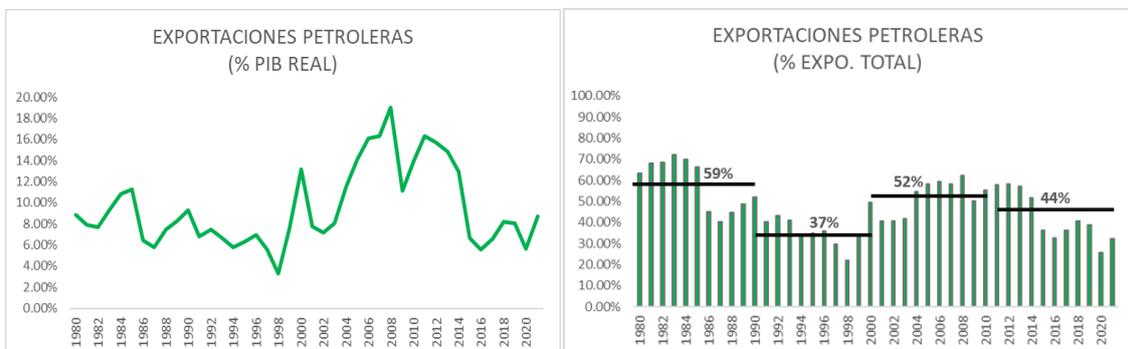


Figura 2. Exportaciones Petroleras.

En cuanto a las finanzas públicas se refiere, es importante analizar cual ha venido siendo el comportamiento de los mismos respectos a los ingresos y gastos totales del Ecuador a lo largo de los últimos cuatro años. Como se puede

evidenciar en los dos gráficos siguientes, los ingresos petroleros han venido teniendo un comportamiento similar con los ingresos y los gastos totales. Lo mencionado puede reflejar que la manera en cómo las finanzas públicas ecuatorianas se comportan tiene gran dependencia en cuantos ingresos, provenientes de las operaciones petroleras, se generen en el país.

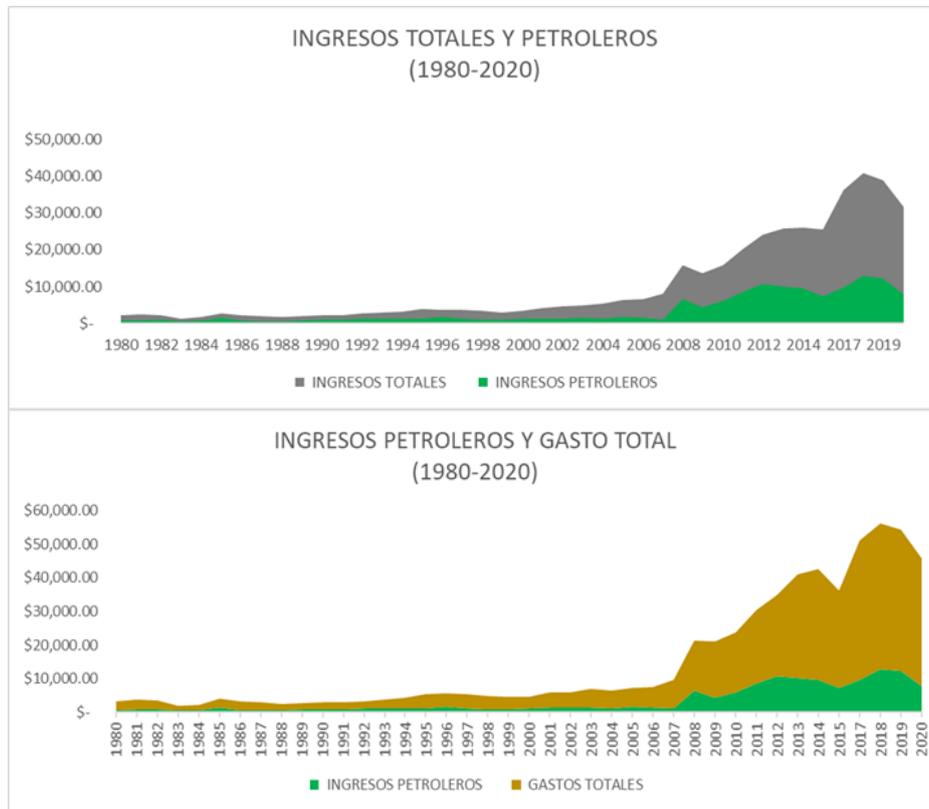


Figura 3. Relación Ingresos Totales, Ingresos Petroleros y Gastos Totales

Por último, es importante verificar cual ha sido el comportamiento de la demanda interna ecuatoriana en conjunto de las fluctuaciones del precio del petróleo, con el objetivo de evidenciar si existen coincidencias en el comportamiento de las variables. El siguiente gráfico muestra el crecimiento de los principales componentes de la demanda (consumo, inversión y gasto público) y el crecimiento del precio internacional del recurso natural. Se puede notar que las variables de inversión y gasto, al parecer, siguen un comportamiento similar en conjunto con el precio del recurso natural. Sin embargo, esta similitud no es tan evidente con el consumo total del Ecuador.

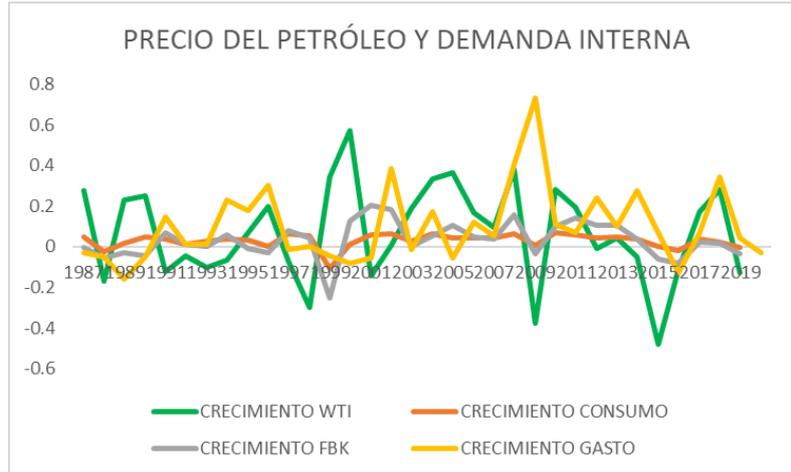


Figura 4. Precio del Petróleo y Demanda Interna

Metodología

En cuanto a la metodología de este escrito para estimar el impacto y persistencia de cambios en el precio del petróleo en el crecimiento, se realizará funciones impulso respuesta a través de proyecciones locales. Este método realiza regresiones secuenciales de la variable dependiente respecto a cada horizonte de tiempo (Jordà, 2005). Este método fue formalizado inicialmente y establecido como una alternativa metodológica, el cual ofrece estimaciones usando Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Las fuentes de información de donde se extrajo las series de tiempo fueron: Banco Central del Ecuador (BCE) para obtener el producto interno bruto trimestral, el Índice de Precios al Consumidor (IPC) para calcular la inflación trimestral, el gasto público e ingresos tributarios. Por último, el precio internacional del petróleo trimestral se obtuvo de la página web de datos económicos de la Reserva Federal de St. Louis, datos que son el promedio trimestral de los datos diarios del precio del petróleo referencial del West Texas Intermediate (WTI).

Cada serie de tiempo cuenta con 69 observaciones trimestrales que comprenden dentro del periodo antes mencionado. El número de observaciones usado está acorde a investigaciones similares sobre el tema, tanto para

economías importadoras como exportadoras de petróleo. Por ejemplo, Moshiri (2015) considera 40 observaciones por país en su estudio sobre la asimetría de shock del precio del petróleo para Irán, Arabia Saudita, Venezuela y otras economías exportadoras de petróleo. De la misma manera, Trang et al. (2017) toman en cuenta 64 observaciones en su estudio en Vietnam.

La variable de interés es el crecimiento económico, el mismo que esta medido por la variación anual de la Producción Interna Bruto (PIB) del Ecuador en términos reales. La variable explicativa de la hipótesis es el precio internacional del petróleo. Todas las series de tiempo tienen una frecuencia trimestral y su periodo de análisis comprende desde el primer trimestre del 2003 hasta el cuarto trimestre del 2019.

La ecuación del modelo lineal de la investigación sería la siguiente:

$$y_{t+h} = a_0 + a_1^h x_t + \sum_{j=1}^p b_1 y_{t-j} + \sum_{i=1}^p c_1 x_{t-i} + \varepsilon_t$$

En donde las dimensiones de la ecuación son: (t) que se refiere al periodo actual y (h) al horizonte de tiempo, el cual toma valores de $(h=0, 1, 2, \dots, h)$. En la parte izquierda de la ecuación, y_{t+h} hace referencia al logaritmo del crecimiento económico de la cual se intenta entender su comportamiento en el periodo $(t+h)$. En el lado derecho de la ecuación: a_0 es el valor constante del modelo, x_t es el logaritmo del precio del petróleo y_{t-j} se refiere a los rezagos del crecimiento económico, b_1 es el parámetro estimado de los rezagos de la variable endógena, x_{t-i} son los rezagos del logaritmo del precio del petróleo, junto con c_1 que es el coeficiente estimado de la variable y, por último, ε_t es la parte residual del modelo, también conocido como error.

Posterior al modelo inicial, se plantea un modelo que logra reflejar los efectos asimétricos de cambios en el precio del petróleo. Específicamente, se puede capturar dichas asimetrías a través de la integración de una variable binaria cuando existe un crecimiento en el precio del petróleo y otra variable cuando el precio decrece. Para estimar los parámetros de ambas variables en una sola ecuación, es necesario la eliminación de la constante. Su omisión

permite entender las diferencias en los efectos en ambos escenarios del precio del petróleo. La ecuación del modelo asimétrico de la investigación se ve de la siguiente forma:

$$y_{t+h} = \alpha_1^h(x_t * WTI_t^+) + \alpha_2^h(x_t * WTI_t^-) + \sum_{j=1}^p b_1 y_{t-j} + \sum_{i=1}^p c_1 x_{t-i} + \phi z + \varepsilon_t$$

Donde las únicas variables que se integran al modelo lineal son: WTI_t^+ que es una variable dummy donde toma el valor de 1 si el precio del petróleo crece, caso contrario, su valor es cero; WTI_t^- es una variable dummy que toma el valor de 1 si el precio del petróleo decrece, caso contrario, es cero. También, en este modelo se incluye a un vector de variables z , el cual incluye el gasto público, ingresos tributarios y la inflación del Ecuador con temporalidad trimestral.

Resultados

Una vez revisado la parte metodológica, es momento de revisar los hallazgos encontrados. La Tabla (1) muestra los resultados del modelo lineal, en donde se encuentra el impacto estimado por trimestre de un aumento del precio del petróleo. Como se evidencia, un aumento del 1% del precio tiene un impacto inicial a partir del 2do trimestre con un aumento del crecimiento del 0.032%. El efecto neto de un incremento del 1% en el precio del petróleo es el aumento del crecimiento económico acumulado de 0.19% a lo largo de 4 trimestres.

El modelo lineal no permite verificar la existencia o no de la asimetría de este efecto, pues su interpretación se basa en el incremento del 1% del precio para cada trimestre. Sin embargo, la realidad radica en las fluctuaciones del precio a lo largo del tiempo, en donde el precio internacional puede subir o bajar en su valor de un mes a otro. Para verificar su asimetría en el crecimiento, es necesario separar los dos cambios en el modelo. De esta manera, las

estimaciones lograrán determinar la diferencia en: dirección, magnitud y persistencia de la variable en la actividad económica.

La Tabla (2) muestra los resultados del modelo asimétrico en dos escenarios. El primer escenario hace referencia a un crecimiento extremo del precio internacional del petróleo, y el segundo a un crecimiento normal del precio. La principal diferencia de ambos escenarios radica en que el crecimiento normal propone una variación de 1 desviación estándar, a diferencia que el crecimiento extremo que la variación es mayor a 1 desviación estándar. En el siguiente gráfico se puede evidenciar la diferencia entre ambos cambios respecto a la variación del precio y su implicación en la interpretación de los resultados.

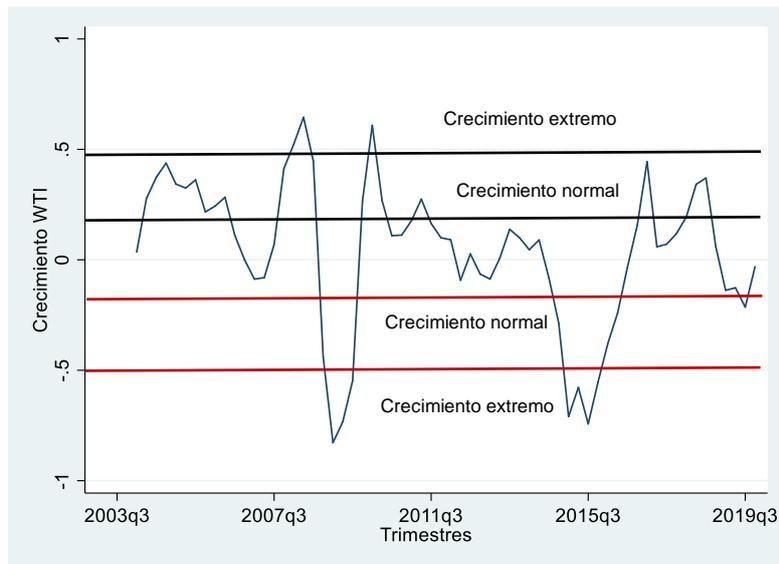


Figura 5. Crecimiento del Precio del Petróleo Desagregado

A diferencia del lineal, este modelo considera en variables distintas independientes binarias el crecimiento y el decrecimiento del precio. Tal y como se evidencia, un aumento de más del 1% en el precio del petróleo acelera acumuladamente al crecimiento económico del Ecuador en 0.15% a lo largo de los primeros 4 trimestres. Por otro lado, en promedio, cuando el precio del petróleo decae más del 1%, el crecimiento disminuye acumuladamente en -0.19% a lo largo de 4 trimestres.

Tabla 1. Tabla de Resultados Modelo Lineal

Relación entre el Precio del Petróleo y el Crecimiento Económico

MODELO LINEAL EN CRECIMIENTO INTERANUAL													
	1er.	2do.	3er.	4to.	5to.	6to.	7mo.	8vo.	9no.	10mo.	11mo.	12mo.	13ro.
Crecimiento PIB	0.003	0.032***	0.045***	0.058***	0.064***	0.03	0.018	-0.001	-0.022	-0.014	0.002	-0.001	0.024
	(0.006)	(0.006)	(0.009)	(0.012)	(0.018)	(0.019)	(0.020)	(0.023)	(0.023)	(0.023)	(0.024)	(0.023)	(0.020)
R ²	0.896	0.784	0.654	0.473	0.293	0.113	0.083	0.077	0.084	0.064	0.079	0.098	0.148
R ² ajustado	0.886	0.765	0.622	0.423	0.225	0.026	-0.009	-0.017	-0.012	-0.036	-0.021	-0.002	0.052
N° observaciones	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50

Tabla 2. Tabla de Resultados Modelo Asimétrico

Diferencias en el Impacto del Precio del Petróleo en el Crecimiento

MODELO ASIMÉTRICO EN CRECIMIENTO INTERANUAL													
	1er trim.	2do trim.	3er trim.	4to trim.	5to trim.	6to trim.	7mo trim.	8vo trim.	9no trim.	10mo trim.	11mo trim.	12mo trim.	13ro trim.
Crecimiento Extremo	0.020***	0.033***	0.040***	0.049***	0.034	0.005	-0.004	-0.019	-0.005	0.024	0.040**	0.051**	0.091***
	(0.006)	(0.012)	(0.015)	(0.018)	(0.022)	(0.023)	(0.027)	(0.026)	(0.028)	(0.021)	(0.019)	(0.023)	(0.024)
Decrecimiento Extremo	0.012	-0.025***	-0.045***	-0.052***	-0.066***	-0.033	-0.027	-0.005	0.026	0.036*	0.042**	0.035***	0.026**
	(0.008)	(0.008)	(0.011)	(0.015)	(0.019)	(0.022)	(0.022)	(0.023)	(0.023)	(0.021)	(0.016)	(0.013)	(0.012)
Crecimiento normal	0.051***	0.083***	0.104***	0.117***	0.106**	0.086*	0.061	0.040	0.055	0.102**	0.124***	0.123***	0.129***
	(0.014)	(0.021)	(0.030)	(0.040)	(0.050)	(0.049)	(0.042)	(0.043)	(0.044)	(0.041)	(0.040)	(0.033)	(0.036)
Decrecimiento normal	0.031	0.029	0.021	-0.001	-0.025	-0.034	-0.011	-0.025	0.013	0.031	0.015	0.039	0.037
	(0.023)	(0.027)	(0.042)	(0.060)	(0.078)	(0.093)	(0.070)	(0.057)	(0.038)	(0.024)	(0.037)	(0.044)	(0.044)
R²	0.960	0.911	0.843	0.753	0.671	0.623	0.613	0.632	0.665	0.692	0.756	0.770	0.788
R²ajustado	0.952	0.894	0.811	0.703	0.603	0.542	0.529	0.550	0.589	0.620	0.697	0.714	0.735
N° observaciones	62.000	61.000	60.000	59.000	58.000	57.000	56.000	55.000	54.000	53.000	52.000	51.000	50.000

Los resultados ya mencionados se pueden identificar con mayor facilidad a partir de las funciones impulso respuesta. El eje de las ordenadas muestra las desviaciones del crecimiento ante un cambio que altere la variable, donde el cuadrante superior (valores por encima del 0) representa un impacto positivo (aceleración del crecimiento) y el cuadrante inferior (calores por debajo del cero) muestra un impacto negativo (desaceleración del crecimiento).

A continuación, se muestran el gráfico respecto a los resultados del modelo lineal. Como se puede apreciar, un aumento del 1% del precio tiene un impacto positivo en el crecimiento económico y persiste alrededor de 4 trimestres. A partir del 5to trimestre, los intervalos coinciden con la tendencia, lo que significa que los resultados en este punto en adelante no son estadísticamente significativos. En otras palabras, a partir del 5to trimestre el impacto en el crecimiento se disuelve.

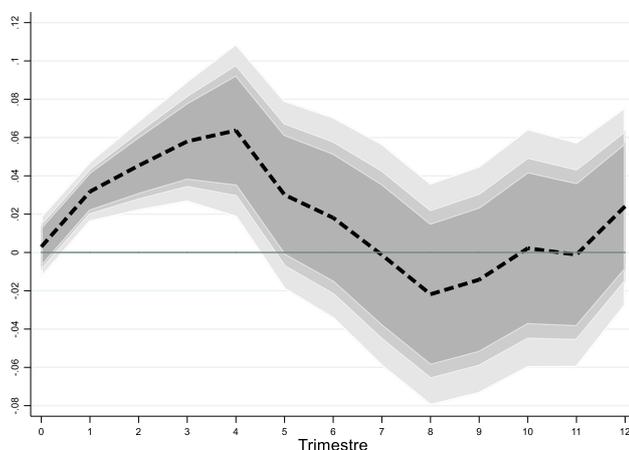


Figura 6. Función Impulso Respuesta del Modelo Lineal

En cuanto al modelo asimétrico, es posible evidenciar nuevamente que el decrecimiento del precio predomina al efecto del crecimiento del precio del petróleo. Cabe mencionar que el gráfico aparenta no mostrar ningún efecto en el crecimiento. Sin embargo, es importante denotar los intervalos de confianza, pues las estimaciones resultaron ser significativas al 5% y al 10%, mas no al 1%. Es por ello la importancia de representar los tres intervalos para no confundir la persistencia en el crecimiento. Por otra cuenta, se puede evidenciar que el decrecimiento del precio tiene una persistencia mayor (6 trimestres) en el crecimiento económico, efecto que se disuelve a partir del 7mo trimestre.



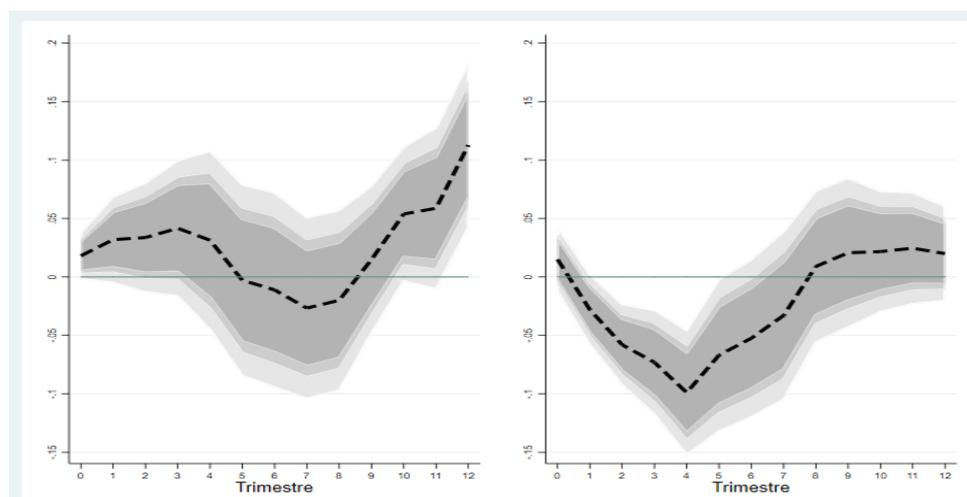


Figura 7. Función Impulso Respuesta del Modelo Asimétrico

Conclusiones

Los efectos de cambios en el precio internacional del petróleo tienen gran relevancia en la dinámica, estabilidad y solvencia de la economía ecuatoriana. Esto, debido a que Ecuador es un país: (i) exportador de petróleo, (ii) altamente dependiente de las exportaciones petroleras, (iii) no tiene autonomía monetaria y (iv) los ingresos petroleros están canalizados por sector público, lo que genera que cualquier variación en el precio impacte en gran proporción al país. De esta manera, las fluctuaciones del precio tienen fuertes implicaciones dentro de la economía que se perciben y persisten en el corto plazo.

Los resultados del modelo lineal entre el precio del petróleo y el crecimiento económico señalan que, en promedio, un incremento del 1% en el precio del petróleo aumenta el crecimiento económico acumulado de 0.19% a lo largo de 4 trimestres (1 año). Al separar las fluctuaciones en un modelo simétrico, los resultados apuntan a que, en promedio, un aumento mayor al 1% en el precio del petróleo acelera acumuladamente al crecimiento económico del Ecuador en 0.15% a lo largo de los primeros 4 trimestres (1 año). En cuanto a la disminución, cuando el precio del petróleo decae más que el 1%, el crecimiento disminuye acumuladamente en -0.19% a lo largo de 4 trimestres.



Dadas las conclusiones mencionadas, es relevante realizar alguna sugerencia acerca de política pública para la economía ecuatoriana. Ante un crecimiento del precio del petróleo, se sugiere reservar parte de los ingresos provenientes para el ahorro. De acuerdo con Díaz-Cassou y Ruiz-Arranz (2018), la inversión por parte del sector público puede ser una de las formas para ahorrar la renta de la economía ecuatoriana. De este modo, en un escenario de recesión por un decrecimiento del precio, los fondos ahorrados podrían apaciguar la crisis proveniente.

Referencias

- Adelman, M. A. (1991). User cost in oil production. *Resources and Energy*, 13(3), 217–240. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-0572\(91\)90007-P](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-0572(91)90007-P)
- Aghevli, B. B. (1999). Asian crisis: causes and remedies. In *The Asian Financial Crisis: Origins, Implications, and Solutions* (pp. 157–166). Springer.
- Blanchard, O., & Perotti, R. (2002). An Empirical Characterization of the Dynamic Effects of Changes in Government Spending and Taxes on Output. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(4), 1329–1368. <http://www.jstor.org/stable/4132480>
- Carrillo-Maldonado, P., & Díaz-Cassou, J. (2019). An anatomy of external shocks in the andean region. *IDB Working Paper Series*, No. IDB-WP(InterAmerican Development Bank).
- Carrillo Maldonado, P. A. (2017). El efecto de la política fiscal en expansión y recesión para Ecuador: un modelo MSVAR. *Cuadernos de Economía*, 36(71), 405–439. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v36n71.53570>
- Carroll, C. D., & Weil, D. N. (1994). Saving and growth: a reinterpretation. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, 133–192. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0167-2231\(94\)90006-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0167-2231(94)90006-X)
- Cueva, S., & Ortiz, M. (2013). Ingresos Fiscales por Explotación de Hidrocarburos en Ecuador. *Departamento de Países Del Grupo Andino: Resumen de Políticas*, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Díaz-Cassou, J., & Ruiz-Arranz, M. (2018). Reformas y Desarrollo en el Ecuador Contemporáneo. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001378>
- Echeverry, J., Bonilla, J., & Moya, A. (2006). Rigideces institucionales y flexibilidad presupuestaria: los casos de Argentina, Colombia, México y Perú. *Universidad de Los Andes, Facultad de Economía, CEDE*.



- Gavin, M., & Perotti, R. (1997). Fiscal Policy in Latin America. In NBER Macroeconomics Annual 1997, Volume 12 (pp. 11–72). National Bureau of Economic Research, Inc. <https://econpapers.repec.org/RePEc:nbr:nberch:11036>
- Hamilton, J. D. (1996). This is what happened to the oil price-macroeconomy relationship. *Journal of Monetary Economics*, 38(2), 215–220. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(96\)01282-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0304-3932(96)01282-2)
- Jordà, Ò. (2005). Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections. *American Economic Review*, 95(1), 161–182. <https://doi.org/10.1257/0002828053828518>
- Lee, J.-W. (1995). Capital goods imports and long-run growth. *Journal of Development Economics*, 48(1), 91–110. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-3878\(95\)00015-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-3878(95)00015-1)
- Libanio, G. (2006). Economic Liberalisation. Distribution and Poverty: Latin America in the 1990s. *The Economic Journal*, 116(509), F172–F174. https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2006.01069_11.x
- Lo, M., Sawyer, W. C., & Sprinkle, R. L. (2007). The link between economic development and the income elasticity of import demand. *Journal of Policy Modeling*, 29(1), 133–140. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2006.07.001>
- Mehrara, M. (2008). The asymmetric relationship between oil revenues and economic activities: The case of oil-exporting countries. *Energy Policy*, 36(3), 1164–1168. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.11.004>
- Mendoza, O., & Vera, D. (2010). The asymmetric effects of oil shocks on an oil-exporting economy. *Cuadernos de Economía*, 47(135), 3–13.
- Modigliani, F. (1970). *The Life Cycle Hypothesis of Saving and Intercountry Differences in the Saving Ratio. Induction, Growth and Trade: Essays in Honour of Sir Roy Harrod*, Oxford: Clarendon Press.
- Montiel Olea, J. L., & Plagborg-Møller, M. (2021). Local Projection Inference Is Simpler and More Robust Than You Think. *Econometrica*, 89(4), 1789–1823. <https://doi.org/https://doi.org/10.3982/ECTA18756>
- Mory, J. F. (1993). Oil Prices and Economic Activity: Is the Relationship Symmetric? *The Energy Journal*, Volume14(Number 4), 151–162. <https://econpapers.repec.org/RePEc:aen:journl:1993v14-04-a10>
- Moshiri, S. (2015). Asymmetric effect of oil price shocks in oil-exporting countries, the role of institutions. *OPEC Energy Review*, 39. <https://doi.org/10.1111/opec.12050>
- Moshiri, S., & Banihashem, A. (2012). Asymmetric Effects of Oil Price Shocks on Economic Growth of Oil-Exporting Countries. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2163306>

- PALLEY, T. I. (2009). Imports and the income-expenditure model: implications for fiscal policy and recession fighting. *Journal of Post Keynesian Economics*, 32(2), 311–322. <http://www.jstor.org/stable/40599722>
- Rangel Vargas, M. G., Pinza Córdoba, J. C., Fajardo Perdomo, J. P., & Velasco Delgado, J. Y. (2019). Principales Determinantes de las Importaciones en Colombia. 2000 – 2016. *Tendencias*, 20(1), 130–157. <https://doi.org/10.22267/rtend.192001.111>
- Seidman, L. S., & Lewis, K. A. (1999). The Consumption Tax and the Saving Elasticity. *National Tax Journal*, 52(1), 67–78. <https://doi.org/10.1086/NTJ41789376>
- Tabellini, G., Alesina, A., & Campante, F. (2008). Why Is Fiscal Policy Often Procyclical? *Journal of the European Economic Association*, 6, 1006–1036. <https://doi.org/10.2139/ssrn.780225>
- Talvi, E., & Vegh, C. (2005). Tax base variability and procyclical fiscal policy in developing countries. *Journal of Development Economics*, 78(1), 156–190. <https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:deveco:v:78:y:2005:i:1:p:156-190>
- Trang, N. T. N., Tho, T. N., & Hong, D. T. T. (2017). The impact of oil price on the growth, inflation, unemployment and budget deficit of Vietnam. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), 42–49.
- Tullock, G., Buchanan, J., & Tollison, R. (1980). *Efficient Rent Seeking. Toward a Theory of Rent Seeking Society*, 4(6)(Texas A and M University Press), 97–112.
- Wang, Y., Wu, C., & Yang, L. (2013). Oil price shocks and stock market activities: Evidence from oil-importing and oil-exporting countries. *Journal of Comparative Economics*, 41(4), 1220–1239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jce.2012.12.004>



Artículos de investigación

**Esquematzación de un sistema fotovoltaico conectado a la red para
aprovechamiento del potencial solar**

Marco Briceño-León
marco.briceno@udla.edu.ec

Nació en Quito, Ecuador, en 1986. Obtuvo la ingeniería en mecánica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, en 2011, y su maestría en energías renovables en Carl Von Ossietzky Universität Oldenburg, Alemania, en 2015. Trabajó entre 2011 y 2013 en el sector energético en empresas EPC. Ha sido profesor en la Universidad de las Américas, Quito, Ecuador, desde 2017 hasta la actualidad. Actualmente está realizando el doctorado en Ingeniería de Producción Industrial en la Universidad Politécnica de Valencia, España. Sus intereses de investigación incluyen las energías renovables y la eficiencia energética.

Andrés Ordóñez-Benítez
andres.ordonez.benitez@udla.edu.ec

Nació en Ecuador el 8 de junio de 1998 en la ciudad de Quito. Graduado como bachiller en ciencias exactas y una certificación internacional en la lengua inglesa, egresado de la Universidad de las Américas con el título de Ingeniero Ambiental en el año 2021. Se ha destacado en el campo de la investigación en proyectos como el análisis de trazos medicinales en aguas residuales y su afectación en la vida vegetal; auxiliar en la repatriación y conteo de especies en la isla española del archipiélago Galápagos en el año 2019, y como finalista en el desarrollo de la clasificación automatizada de residuos sólidos del Reto Planeta Nestlé 2020. Actualmente se desarrolla en su rama laboral en proyectos del sector de hidrocarburos en el Oriente Ecuatoriano como Supervisor de Manejo Ambiental y Seguridad Industrial.

Emilio Zárate-Villacís
emilio.zarate@udla.edu.ec

Nació en la ciudad de Quito el 16 de junio de 1998. Graduado como Ingeniero Ambiental desde el año 2021 en la Universidad de las Américas. Dedicado a la búsqueda de soluciones innovativas que permitan encontrar el equilibrio en el ámbito económico, social y ambiental, dando un importante paso al llegar a ser finalista en el desarrollo de la clasificación automatizada de residuos sólidos del Reto Planeta Nestlé 2020. En la actualidad, se encuentra desarrollando proyectos que faciliten las buenas prácticas ambientales a la sociedad. Desde algo tan necesario como es el reciclaje hasta el aprovechamiento de recursos naturales para la generación de energía limpia.



RESUMEN

En Ecuador, el 62.7% de la población vive en áreas urbanas, teniendo acceso a la electricidad. Energía proveniente de varias fuentes, donde el potencial nominal en generación de energía eléctrica fotovoltaica representa el 0.32% de toda la matriz energética ecuatoriana. El objetivo de este estudio es determinar la cantidad de energía eléctrica que se puede generar con un sistema fotovoltaico instalado en el área de azotea disponible en domicilios e industrias de la zona con mayor potencial solar de la ciudad altoandina de Quito. El área de estudio radica en la parroquia norte de Calderón, en la sub-centralidad de Carapungo, a 2260 m.s.n.m, donde se tiene un valor de radiación promedio de 5.18 kW/m²/día. La estimación de energía generada se hizo a través de la esquematización y cálculo de un sistema fotovoltaico aislado conectado a la red pública, que pueda ser replicable para industrias y domicilios de una zona con características similares. Los datos de radiación se obtuvieron de satélites globales, del laboratorio nacional de energías renovables de EE. UU (NREL), y también información recopilada de la red metropolitana de monitoreo de Quito (REMMAQ). El análisis de aprovechamiento de energía solar se enfocó en una muestra de 15 áreas de azotea domésticas y 15 áreas de tejados industriales, con un radio de alcance máximo de 1km de donde se establece la estación meteorológica de Carapungo. El estudio fue impulsado por una metodología técnica para la esquematización y selección de sistemas fotovoltaico (Ortega y Cañadas, 2015), donde el sistema fotovoltaico calculado para el área disponible en techos de viviendas resulto ser un conjunto de 5 paneles solares conectados en serie a un inversor optimo, conjunto fotovoltaico que cubriría un 97% del consumo eléctrico; mientras que el sistema determinado para áreas de techo industrial cubría un 13.7% del consumo eléctrico mensual siendo un conjunto de 600 paneles solares. El presente trabajo podría replicarse a lo largo de las estructuras residenciales de la ciudad de Quito que cuenten con el área mínima necesaria, obteniendo resultados muy similares. Mientras que para el área industrial se obtiene una generación de energía que cubre en un porcentaje muy bajo el consumo mensual, sin embargo, para las actividades industriales se debería obtener una mayor cantidad de datos sobre consumo, tomando en cuenta que cada actividad productiva tiene un uso totalmente distinto de energía y en el presente estudio se utilizó un promedio de consumo mensual para las industrias de la zona.

Palabras clave: potencial solar, generación eléctrica, radiación, sistema fotovoltaico, energía.



ABSTRACT

In Ecuador, 62.7% of the population lives in urban areas, having access to electricity. Energy from various sources, where the nominal potential in photovoltaic electricity generation represents 0.32% of the entire Ecuadorian energy matrix. The objective of this study is to determine the amount of electrical energy that can be generated with a photovoltaic system installed in the rooftop area available in homes and industries in the area with the greatest solar potential in the high Andean city of Quito. The study area lies in the northern parish of Calderón, in the sub-centrality of Carapungo, at 2260 m.a.s.l., where there is an average radiation value of 5.18 kW / m² / day. The estimation of generated energy was made through the schematization and calculation of an isolated photovoltaic system connected to the public grid, which can be replicated for industries and homes in an area with similar characteristics. Throughout the investigation, radiation data was obtained from global satellites, the US National Renewable Energy Laboratory (NREL), and also information collected from the Quito Metropolitan Monitoring Network (REMMAQ). The analysis of the use of solar energy focuses on domestic and industrial areas with a maximum range radius of 1km from where the Carapungo meteorological station is established. The study was driven by a technical methodology for the schematization and selection of photovoltaic systems (Ortega & Cañadas, 2015), where the photovoltaic system calculated for the area available on house roofs it is composed by 5 photovoltaic modules connected into one inverter, system that would cover 97% of the electricity consumption, while the determined system for industrial roof areas are 600 solar panels that would cover 13.7% of monthly electricity consumption. This study could be replicated throughout the residential structures of the city of Quito that have the minimum necessary area, obtaining almost very similar results. While for the industrial area it is recommended to have a certain and considerable amount of information since each industrial activity has a totally different use of energy.

Key words: solar potential, electric generation, radiation, photovoltaic system, energy.



Introducción

La energía, su producción y uso son fundamentales en la actualidad para el desarrollo económico y socio cultural de las poblaciones de todo el mundo. El desafío mundial recae en hacer de este servicio básico accesible para toda la población; en América Latina y el Caribe hoy por hoy se estima una tasa de electrificación del 97% lo cual significa que 19.04 millones de personas carecen de acceso a las redes de energía (BID, 2019). El mayor desarrollo en el sector se dio entre los años 1990 a 2012 donde se cubrió gran porcentaje de la población rural. Sin embargo, sigue siendo insuficiente para cubrir a la demanda actual.

El desarrollo de energías alternativas ha ido en crecimiento en los últimos años siendo el uso de energía solar uno de los que mayor potencialidad muestra, por su costo, versatilidad y capacidad de aplicación en espacios pequeños, como en el hogar o en áreas más grandes como las industriales. Este estudio se enfoca en el aprovechamiento de energía solar, el cual es más remoto de lo que la historia podría registrar «Desde la antigüedad se inventaron artefactos capaces de hacer un uso útil de la radiación solar y unos de los primeros fueron los griegos y romanos ya en el Siglo (III a.C.) fueron capaces de prender las antorchas de los rituales religiosos por medio de unos recipientes en forma parabólica con el interior reflejante [...]» (Badii et al., 2015) El avance tecnológico nos lleva actualmente al uso de celdas electro voltaicas dispuestos en paneles solares; que combinados a otros componentes como inversores eléctricos forman lo que conocemos como sistema de aprovechamiento de energía solar (Marín, 2004). Llegado a este punto es importante recalcar dos temas a tomar en cuenta para el aprovechamiento de energía solar y transformación de esta: en primer lugar, el desarrollo energético-tecnológico que cada región y país poseen, y por otro lado el potencial solar-energético que cada zona geográfica posee (Espinoza et al., 2015), aspectos que son relevantes para a aplicación de este tipo de proyectos en función de la realidad local.

La organización internacional de energía renovable (IRENA) estima que la región latinoamericana y el caribe podrían incrementar su aprovechamiento e infraestructura renovable en un 40% hasta el año 2050 por las condiciones geográficas favorables. A nivel regional, Chile es el país que lidera esta carrera energética solar, aprovechando la mayor parte de su alta radiación en sus desiertos y zonas áridas (Letter et al., 2015). En

ciudades de altitud como es el caso de Quito, las condiciones climáticas y orográficas condicionan la aplicación de estas tecnologías. Es así que en la ciudad de Quito se estima que se tiene un potencial de radiación solar entre 3 a 5 kW/m² /día (IDEA, 2005), donde estudios previos han demostrado que el norte de la ciudad tiene el mayor potencial con un valor de 5.12 kW/día (Díaz, 2018), demostrando ser zonas aptas para la aplicación de este tipo de tecnología.

En Ecuador 62.7 % de la población vive en zonas urbanas teniendo acceso a electricidad (INEC, 2010), en 2018 Ecuador logro tener alrededor del 100% de su población con accesibilidad a este servicio básico (Banco Mundial, 2018). Dentro del territorio ecuatoriano, el potencial nominal en generación de energía eléctrica se distribuye de la siguiente manera: 58.45% por fuente hidráulica, 0.24% eólica, 0.32% fotovoltaica, 1.66% biomasa y 0.08% de biogás. Siendo un 60.75% de origen renovable. En complemento, 39.25 % proviene de fuentes no renovables (ARCONEL, 2020). Al igual que todo el mundo, el Ecuador se encuentra en la búsqueda de cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el objetivo número 7 para Energía Accesible y no contaminante de las Naciones Unidas, tiene como meta que hasta el año 2030 aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas (PNUD, 2021). A pesar de tener un valor relevante mayor al 50% dentro de su generación de energía, Ecuador es muy dependiente de gran parte de generación eléctrica por fuentes no renovables, y no cuenta con el desarrollo de energías renovables como solar, eólica o de biomasa. Teniendo presente los favorables valores de potencial solar, además de la resolución de varios problemas asociados a la generación eléctrica que hoy en día afronta el país, el Ecuador debe buscar mayores oportunidades de implementación de energías renovables. Una de las consecuencias de la energía proveniente de las hidroeléctricas son las afectaciones hacia el medio ambiente, aunque se la considera como energía limpia. El ejemplo más reciente es el proceso de erosión que vive la cuenca del río Coca, resultado de la acumulación de sedimentos en la represa artificial de la ya mencionada central hidroeléctrica, los cuales van hacia las orillas del cauce provocando una erosión de las orillas más acelerada (Andrade, 2016).

Es por ello que surge la necesidad de realizar un análisis escalable y diseño de un esquema fotovoltaico para aprovechamiento de áreas en techos de la zona norte de la ciudad de Quito para generación de energía eléctrica es de gran importancia. Con la



finalidad, de fomentar el uso de energías renovables que tengan un menor impacto sobre el medio ambiente; como son los sistemas de aprovechamiento solar que, en el país, alcanzan únicamente el 0.32 %. Por lo tanto, el objeto de este estudio es determinar la cantidad de energía eléctrica generable en el punto de mayor potencial solar del norte de la ciudad de Quito, mediante la esquematización de un sistema fotovoltaico. Para realizar el correcto modelamiento de un sistema fotovoltaico es necesario la obtención de la radiación que existe en la zona de implementación. De acuerdo con (Díaz, 2018), existe más radiación solar global al noreste de la ciudad de Quito, alcanzando los valores más altos para los sectores cercanos a Cotocollao y Carapungo. Además, los mapas de radiación solar muestran que las zonas con mayor radiación solar global corresponden a zonas urbanas.

Metodología

Descripción del área de estudio

La parroquia de Calderón se encuentra al nor-este de la ciudad metropolitana de Quito, dentro de la parroquia se encuentra la sub-centralidad de Carapungo con un total de 152 242 habitantes correspondientes a la zona conjunta de Calderón y Carapungo (INEC, 2010). La zona se encuentra urbanizada en gran cantidad a pesar de que Calderón consta como una zona rural dentro de la organización del cantón Quito. La zona de estudio, Carapungo, se encuentra sobre los 2260 m.s.n.m. El sector tiene un porcentaje de 11.98 % de su territorio urbanizado, y representa un área de gran crecimiento y expansión por estar situada en el límite de la ciudad (Distrito Metropolitano de Quito, 2012). Investigaciones previas (Díaz, 2018) han determinado que el norte de la ciudad, ubicación de estudio del presente trabajo, tiene el índice de radiación más alto de la ciudad de Quito con un promedio de 5.18 kW/m²/día. Específicamente la estación meteorológica de Carapungo se encuentra ubicada en el sector de Carapungo en las coordenadas 78°26'50"W, 0°5'54" S, punto de referencia para el muestreo de áreas de azoteas y consumo energético de la zona, con un rango de alcance máximo de 1km de radio desde la estación, con motivo de velar por la integridad de los datos in situ. Dentro del área de muestreo mencionada se escogieron 15 azoteas domiciliarias y 15 tejados

industriales de manera aleatoria para la medición promedio de área disponible en cada categoría (Figura 1).

Dentro de la zona de Carapungo, y al igual que a lo largo del Distrito Metropolitano de Quito, se encuentran asentamientos domiciliarios y a su vez infraestructuras industriales. Lo cual, resulta en una combinación de edificaciones que se evidencia en alta concentración sobre todo en un sector en este sector.

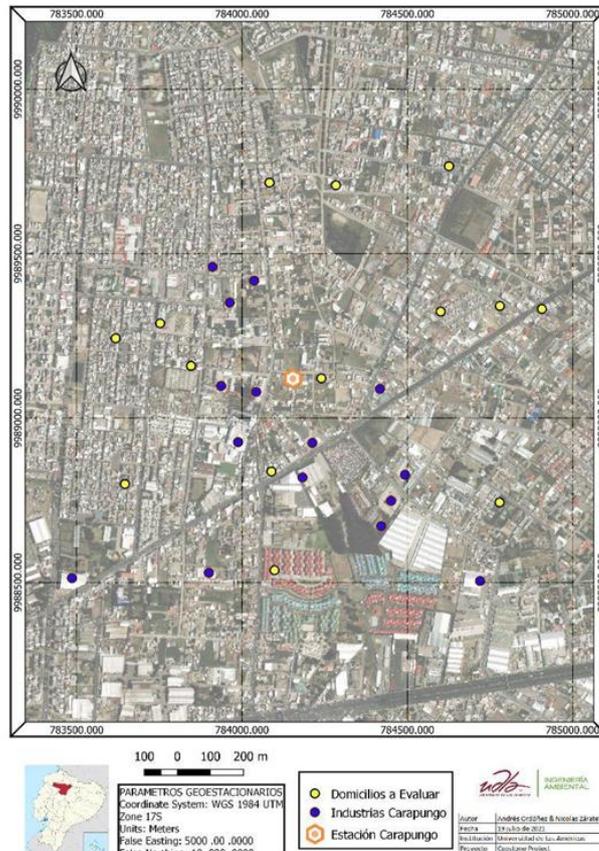


Figura 1. Base cartográfica de Calderón, con puntos de muestreo de azoteas en hogares (amarillo) e industrias (azul)

En el país, operan diecisiete empresas privadas que conjuntamente con la empresa pública EP Petroecuador manejan la producción petrolera ecuatoriana (BCE, 2021). Como se puede evidenciar en la Figura 2, la empresa pública Petroecuador es la entidad que principalmente nivel de producción a nivel nacional.

Obtención de datos de radiación solar

Para realizar los cálculos de radiación solar se utilizó los datos de la red de monitoreo atmosférico del Distrito Metropolitano de Quito (REMMAQ). Para el presente

estudio, se utilizaron los reportes diarios de radiación solar de los últimos 10 años, desde enero del 2010 hasta diciembre del 2020.

Por otra parte, se obtuvieron datos para el mismo periodo de 10 años del Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos de América (NREL), el cual dispone de una base de datos de radiación solar completamente pública.

Selección de áreas y medición azoteas

Dentro de la elección de muestras para determinar la superficie disponible que poseen las azoteas de domicilios e industrias en el sector de Carapungo, se tomó en cuenta a la muestra que abarque la mayor cantidad de propiedades a la descripción resumida de la zona a investigar, es decir aquellas muestras que representen mejor a la zona (Taipale, T. K. 1985). En estudios donde se complementen datos de campo con datos globales como en la presente investigación y no se tenga acceso a un gran número de datos in situ, se recomienda tener un máximo de 15km de radio de confianza para estaciones meteorológicas (Ram, 2017). Para el presente estudio con respecto a la estación de Carapungo, se tomaron como muestras de análisis de áreas a domicilios e industrias con un máximo de 1km de radio, con objetivo de precautelar la precisión de los datos en campo. Para el presente estudio se tomaron 30 muestras de azoteas a través del método de selección aleatorio para así evaluar el promedio potencial de área disponible para la instalación de un sistema fotovoltaico aislado conectado a la red. Para la selección de las muestras se tomaron 15 áreas de azoteas de domicilios y 15 áreas de azotes industriales (Figura 1). Con respecto a la medición de áreas se utilizó el software QGIS y la herramienta de medición de área de polígonos para la medición de superficies disponibles en los tejados de las infraestructuras. Procedimiento llevado a cabo con la base de imagen satelital BING escogida por su buen conglomerado de imágenes con una alta resolución.

Reducción de Incertidumbre y Ausencia de datos

Mediante un análisis de los datos de radiación solar de la estación de Carapungo (REMAAQ) y los datos satelitales (NREL), se procedió a analizar la relación de datos medios de radiación solar, el valor de desviación típica, error absoluto medio (EAM), y el

coeficiente Pearson con el fin de evitar la incertidumbre por ser datos obtenidos de distintas fuentes. Para ello se obtuvieron valores promedio diarios ($W/h/m^2$) y una sumatoria diaria de radiación ($W/h/m^2$) del periodo 2010 – 2020 de ambas fuentes de datos.

Validación de datos

El cálculo del EAM fue el primer valor a evaluar como propone Díaz (2018) en su metodología del manejo de radiaciones solares, con el propósito de obtener la diferencia en el valor medido y el valor tomado como exacto o verdadero. En este caso se obtuvo la diferencia entre los valores promedios diarios y sumatorias diarias. Con respecto a los datos in situ (REMMAQ) y los datos satelitales (NREL) tomados como exactos.

Para la relación de datos se realizó el cálculo del coeficiente de correlación Pearson cuya utilidad radica en determinar el grado de variación de una variable con respecto a otra en un grupo de sujetos relacionados (María et al., 2009). Para el presente estudio, se analizó el comportamiento de las dos variables para así comprobar la validez que tienen los datos satelitales con relación a la estación meteorológica de Carapungo.

Dentro de la etapa final de la validación de datos se procedió a obtener una regresión lineal de la media con respecto a la sumatoria diaria de todos los meses del periodo 2010 a 2020. Para obtener los valores satelitales corregidos en un porcentaje de error de desviación.

Obtención de Datos sobre consumo Domiciliario e Industrial

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, el consumo promedio ($KW/h/mes$) del sector con respecto a su uso industrial y residencial fue recopilado por medio de una encuesta virtual segmentada en ambos sectores. Datos que representaban el consumo de cualquiera de los últimos 3 meses en residencias, con objetivo de obtener datos actualizados de la zona. El sector objetivo fue únicamente aquel cercano a un máximo de 15km a la redonda de la estación meteorológica de Carapungo por resguardar la fidelidad de los datos de la estación. Para el caso del sector residencial se obtuvo una muestra de 60 domicilios en el área disponible, mientras que para la parte industrial se obtuvo el promedio de consumo de 10 meses de 2 industrias.

Cálculo de pérdidas por sombra

Uno de los datos a tomar en cuenta en la generación de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico, son las horas de sol disponibles. Ecuador al estar ubicado en la línea ecuatorial, hace que las horas hábiles de sol sean aproximadamente 12, sin embargo, a esto se hay que agregar el hecho de disminución en la energía recibida por pérdidas en la inclinación de los paneles y de la trayectoria del sol. Añadido a estas pérdidas, dentro del cálculo del área útil para la implementación de un sistema fotovoltaico, se toma en cuenta la pérdida de superficie por sombras generadas por agentes externos como vegetación, edificaciones y propiedades arquitectónicas de las casas o industrias (Figura 2). Para el caso de estudio se evaluó la pérdida por sombra de un domicilio ejemplo in situ, en la sub-centralidad de Carapungo para ejemplificar y dimensionar el sistema fotovoltaico óptimo en área máxima útil para aprovechamiento solar. Para ello se realizó una medición in situ de la sombra generada durante cada hora del día durante el mes de junio, con un flexómetro, con el propósito de determinar la sombra de mayor extensión en una azotea plana con paredes de seguridad de 84 cm de alto, tomando medidas del área de la sombra generada durante todo el día se determinó las horas con las mayores áreas de sombra generada.

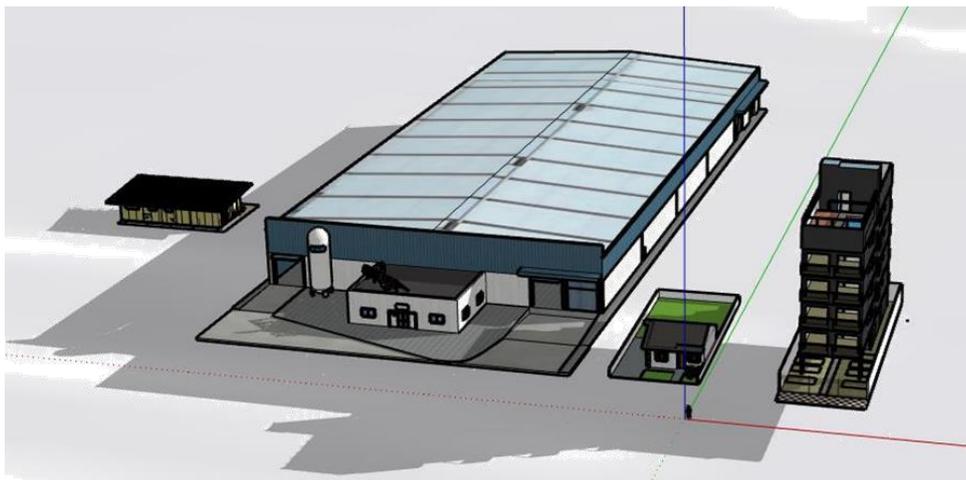


Figura 2: Ejemplificación Sombra generada por distintos cuerpos externos sobre tejados de las infraestructuras

Dimensionamiento e implementación del sistema fotovoltaico

El sistema fotovoltaico calculado es un conjunto de módulos, inversores y cableado aislado, es decir sin uso de baterías, equipo que estará conectado a una

interfaz de conexión de red que cuenta con unos protectores eléctricos que salvaguardan a todo el sistema fotovoltaico de cualquier daño eléctrico, y donde todo finalmente será conectado a un medidor de energía bidireccional y a la red eléctrica. Sistema que fue seleccionado por su facilidad de instalación, viabilidad económica y previos antecedentes positivos en instalaciones domiciliarias en la zona sud americana como lo menciona (Ortega y Cañadas, 2015). A través del tamaño de la azotea se obtiene el número de paneles a implementar, y se seleccionan los equipos adecuados de acuerdo con las características requeridas para satisfacer el consumo eléctrico.

Una vez estimadas las pérdidas, para el dimensionamiento como tal del equipo que conforma parte del sistema fotovoltaico, se toma en cuenta:

- Cantidad de módulos fotovoltaicos (MF)
- Modelo y especificaciones técnicas de los MF
- Modelo y especificaciones técnicas del Inversor

Para el cálculo de número de equipos y dimensionamiento del sistema fotovoltaico se aplicó la metodología de Ortega y Cañadas (2015) específicamente con respecto a los sistemas aislados conectados a red. En primera instancia se recurre a determinar el tamaño aproximado de la instalación fotovoltaica de acuerdo con la superficie disponible. Cálculo que se realiza mediante la determinación de la potencia pico del sistema y el factor de dimensionamiento para áreas de seguridad y mantenimiento (Ecuación 1). El factor de dimensionamiento (Ecuación 2) es una variable que debe ser tomada en cuenta en conjunto con la pérdida de área por sombreado de factores externos.

$$Pp = \frac{Pn}{Fd} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

- Cantidad de módulos fotovoltaicos (MF)
- Modelo y especificaciones técnicas de los MF
- Modelo y especificaciones técnicas del Inversor

$$Fd = 1 - 0.15 = 0.85 \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Para la estimación de la cantidad de módulos solares a instalar (Ecuación 3) se debe seleccionar el modelo de equipo que más se ajusten a las condiciones y necesidades del sistema, a la par de tener una elección de inversor eléctrico pertinente que se cumpla con las necesidades requeridas. Para el presente estudio se ha

seleccionado el Módulo EGE 375M-72 por sus capacidades técnicas que permiten satisfacer las necesidades de generación. Y a su vez se ha considerado tener un inversor (SUNNY BOY 5.0 US) dual con especificaciones técnicas que soporten las necesidades de consumo del sector.

$$N_{paneles} = \frac{C_p}{H_o * A_m * \eta_p * PR * ndías} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

- C_p : Consumo promedio mensual (kWh)
- H_o : Radiación global promedio (kWh/m²*día)
- A_m : Área del panel (m²)
- η_p : Eficiencia del panel (%)
- PR : Coeficiente de desempeño entre 70 a 85%
- $ndías$: Días del periodo analizado

Para la composición y configuración del sistema se procede a una evaluación de las capacidades de los módulos fotovoltaicos y del inversor seleccionado.

$$V_{Mod\ oc}(-10^\circ) = V_{oc} + (V_{oc} * (\text{Coef T } V_{oc}\% * (-35))) \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$V_{Mod\ pmp}(70^\circ) = V_{mp} + (V_{mp} * (\text{Coef T } V_{oc}\% * (45))) \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$N_{Modulos\ Serie\ M} = \frac{V_{Inv\ M}}{V_{Mod\ oc}(-10^\circ)} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$N_{Modulos\ Serie\ m} = \frac{V_{Inv\ m}}{V_{Mod\ pmp}(70^\circ)} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

- $V_{Mod\ oc}$: Voltaje del Módulo circuito abierto
- $V_{Mod\ pmp}$: Voltaje Pico del Módulo
- $\text{Coef T } V_{oc}$: Coeficiente de Tensión de Voltaje en Circuito Abierto

Para comprobar si los resultados obtenidos son efectivos y reales se realizó una verificación final, en la que se debe evaluar la intensidad máxima a las diferentes entradas del inversor con la siguiente inecuación:

$$N_p * 1.25 * I_{Mod\ sc} \leq I_{Inv\ M\ Dc} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

- N_p : Número de paneles
- $I_{Mod\ Sc}$: Corriente del Modulo
- $I_{Inv\ M\ Dc}$: Corriente del Inversor máxima

Cálculo de la energía del sistema

La energía del sistema representa el total de energía que se generara durante los doce meses del año. Los valores que se toman en cuenta para realizar el cálculo son los siguientes:

- La radiación global medida en cada uno de los meses del año en kWh/m²*día, que son los datos de radiación corregidos anteriormente.
- La potencia pico del sistema que representa la potencia máxima que puede generar el sistema fotovoltaico.
- El rendimiento energético de la instalación es el valor que considera las perdidas en la eficiencia energética debido a diversos factores como: temperatura, cableado, perdida por dispersión de parámetros y suciedad, perdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia, eficiencia energética de otros elementos en operación como el inversor, regulador, batería, etc. Los valores típicos en sistemas con inversor van de 0.85 a 0.7 por lo que se obtuvo el promedio del rango recomendado (Rosero, 2020).
- El valor de K20 son valores obtenidos a través de la latitud en la que se encuentre el sitio en el que se va a implementar el sistema fotovoltaico. En este caso la latitud de la zona de Carapungo es 0° al igual que en todo el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).
- El valor total de energía del sistema (mensual) es el resultado de la multiplicación de todos los parámetros antes mencionados. Se realizo un promedio, con el resultado mensual calculado, para obtener el valor anual de la energía del sistema (Ortega y Cañadas, 2015).



Resultados

Validación de datos y corrección radiación solar

Se realizó un proceso de validación de los datos de radiación y el análisis de su correlación. Donde se obtuvo un total de 12 promedios de sumatoria diaria y 12 promedios de sumatoria mensual en las mismas unidades (W/h/m²) para ambas fuentes, es decir un total de 48 datos promedios para el periodo de años de 2010 a 2020 (Tabla 1). De los cuales se obtuvo un Error absoluto medio de cada año con respecto a al promedio diario mensual (Tabla 2), para poder realizar el análisis de error y desviación en los datos.

Tabla 1. Promedios de sumatoria mensual $\Sigma(\text{wh/mes} \cdot \text{m}^2)$

MES	REMAAQ	NREL
Enero	164807.5	177456.8
Febrero	147730.3	155000.9
Marzo	156828.7	165355.9
Abril	150947.7	156478.15
Mayo	152147.1	160300
Junio	153597.2	159009.2
Julio	163111.3	169215.35
Agosto	173075	182036.35
Septiembre	168989.4	178938.55
Octubre	173744	178657.6
Noviembre	162830.1	169711.75
Diciembre	167167.4	178442

Consiguiente, se obtuvo un modelo de correlación de Pearson entre las fuentes de datos para comparar su validez, obteniendo un valor de 0.972 correspondiente a una correlación muy fuerte entre ambas fuentes de datos (Lalinde et al., 2018). Una vez estipulado la variación entre los datos se procedió a corregir los valores exactos o reales (NREL), mediante una regresión lineal (Figura 3) que permitió conocer cuál sería el valor adecuado o perfecto sin la desviación del error entre variables (NREL Corregido, Tabla 2).



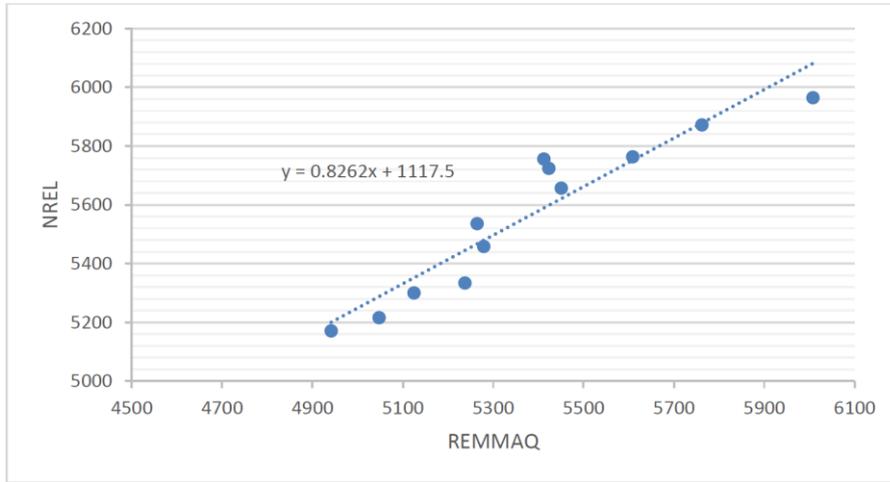


Figura 3: Regresión lineal de datos de radiación 2010 a 2020

Obteniendo una función lineal $y = 0.8262 + 1117.5$ se procede a valorar la variable real como X con respecto a su eje Y (REMMAQ). Obteniendo un rango de números corregido (NREL Corregido) y más cercanos a la realidad de medición en campo.

Tabla 2. Promedio Diario (Wh/día*m²), Error absoluto Y Valores corregidos

REMAAQ - NREL (ESTACIÓN CARAPUNGO)				
Mes	REMAAQ	NREL	EAM	NREL CORREGIDO
Enero	5423.2	5724.41	301.21	5576.022755
Febrero	5264.69	5535.71	271.02	5347.627693
Marzo	5237.72	5334.06	96.34	5103.55846
Abril	5047.67	5216.32	168.65	4961.050593
Mayo	4941.37	5170.97	229.6	4906.160736
Junio	5124.79	5300.31	175.52	5062.708787
Julio	5279.21	5458.56	179.35	5254.248366
Agosto	5762.13	5872.14	110.01	5754.829339
Septiembre	6007.96	5964.62	43.34	5866.763496
Octubre	5609.14	5763.15	154.01	5622.912128
Noviembre	5450.88	5657.06	206.18	5494.504962
Diciembre	5412.35	5756.19	343.84	5614.488017

Dentro de la etapa final de análisis entre ambas fuentes se analiza la tendencia anual entre los datos satelitales corregidos y los datos tomados in situ por la REMMAQ. De acuerdo con la tabla 2 se obtiene como el año de radiación más bajo el 2014 y radiación más alta en 2018.

Consumo Energético y Estimación de áreas

Para los datos de necesidades a satisfacer y propiedades a disposición se obtuvieron los resultados de consumo zonal y superficies disponibles en tejados para residencias e industrias (Tabla 3).

Tabla 3. Consumo Energético promedio y Área de azoteas Promedio

DOMICILIOS		INDUSTRIAS	
KWH/mes	Área (m ²)	KWH/mes	Área (m ²)
226.84	93.13	223841.6	1372.67

Para la estimación de pérdidas en la generación de energía por sombra u otros factores, se tomaron medidas a las sombras generadas por el diseño arquitectónico de una vivienda modelo en la zona de estudio. Por lo tanto, se calculó el porcentaje de sombra estimado que pueden tener algunas azoteas del área de Carapungo. Las horas de sombra máxima se dieron a las 8h45 y a las 17h00 con los siguientes porcentajes de sombra en comparación al área general del tejado de un domicilio (Tabla 4).

Tabla 4. Medidas de sombra máxima generadas por paredes de seguridad en azotea de domicilio ejemplo

CARAPUNGO					
Medidas sombras Domicilio					
Hora	Ancho	Largo	Área Sombra	Área Inerte	% Área Inerte
hrs	m	m	m ²	m ²	%
8h45	0.51	9.62	4.9062	13.3862	8.7
	0.53	16	8.48		
17h00	0.8	9.62	7.696	24.176	15.7
	1.03	16	16.48		

Por las pérdidas arquitectónicas en áreas residenciales se obtuvo un valor promedio de área útil de 80.20 m², tomando en cuenta los valores absolutos obtenidos en la tabla 3 y las pérdidas de la tabla 4.

Selección de Equipos del sistema Fotovoltaico

Por los datos obtenidos de consumo (Tabla 3) se toman en cuenta las necesidades del sector (consumo) y las propiedades físicas disponibles (radiación y área tejados), para la selección de los equipos que conformaran parte del sistema fotovoltaico. Esta selección

se basa en las especificaciones técnicas de los componentes tal como se muestran en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Especificaciones técnicas de los módulos solares seleccionados

Panel Solar EGE-375M-72		
VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Pmax	375	W
Eficiencia	0.1933	%
Factor dimensionamiento	0.85	
Área	1.92	m ²
Área para 1KW	5.12	m ²
Pp	8.8956015	Kwp

Tabla 6. Especificaciones técnicas del inversor

SUNNY BOY SMA US 5.0	UNIDAD
V Inv M	600
V Inv m	125

Dimensionamiento del sistema Fotovoltaico

Domicilios

Considerando las especificaciones técnicas del inversor y los módulos solares, se procedió a aplicar la Ecuación 3 para el cálculo del número de paneles, el mismo que resulto en un sistema de 5 paneles. Para la esquematización del sistema se aplicó la Ecuación 6 y 7 para determinar el número máximo de paneles en serie y el número mínimo, resultando un número máximo de 12 paneles en serie por las capacidades del inversor. Por lo que, para las residencias de la zona analizada se determinó un sistema fotovoltaico con 5 paneles conectados en serie, todos en conjunto conectados a un mismo inversor de capacidad máxima de tensión de voltaje de 600V en un área habilitada de 80,20m² la cual podrá abarcar este sistema y en consideración del área de espaciado y mantenimiento sin ningún problema. Las especificaciones de producción de energía para una zona residencial se muestran en la Tabla 8, donde la generación promedio del sistema fotovoltaico estaría alrededor de los 220 kwh/mes. Valor que cubriría en un 97% la demanda energética residencial de la sub-centralidad de Carapungo.

Tabla 7. Energía generada por el sistema fotovoltaico residencial y valores de obtención

Energía generada en el periodo 2010 - 2020						
	Rad Glob	PP Sistema				E Sis
MES	(kWh/m²*día)	(kW)	PR	Días	k20	(kWh/mes)
Enero	5.58	1.78	0.8	31	1.04	256.32918
Febrero	5.35	1.78	0.8	28	1	213.22061
Marzo	5.1	1.78	0.8	31	0.95	214.02691
Abril	4.96	1.78	0.8	30	0.88	186.50375
Mayo	4.91	1.78	0.8	31	0.83	179.75937
Junio	5.06	1.78	0.8	30	0.81	175.18592
Julio	5.25	1.78	0.8	31	0.83	192.51314
Agosto	5.75	1.78	0.8	31	0.88	223.55624
Septiembre	5.87	1.78	0.8	30	0.95	238.09673
Octubre	5.62	1.78	0.8	31	1.01	250.70001
Noviembre	5.49	1.78	0.8	30	1.05	246.46151
Diciembre	5.61	1.78	0.8	31	1.06	262.71672

Industria

Para las industrias se utilizó el mismo tipo de panel solar y las condiciones meteorológicas (radiación) van a hacer las mismas. Sin embargo, el consumo energético a nivel industrial es mayor, esto considerando que los datos de consumo obtenidos son de una empresa que cuenta con una planta de producción que opera las 24 horas del día. Por lo tanto, el consumo a nivel industrial tiene un promedio de 223841.6 KWH/mes, es decir 7461.4 KWH/día.

El área de azotea promedio de la muestra de industrias en el sector de Carapungo es de 1372.67 m². Considerando un factor de 0.85 para la separación entre paneles y el espacio de mantenimiento se tiene un área hábil de 1166.76m². Para este dimensionamiento se utilizó el mismo modelo de paneles que en el caso residencial por lo que se obtiene un número hábil de 600 paneles a colocar en la superficie disponible.

De la misma manera que para la verificación del sistema residencial, se utilizan las ecuaciones 9 y 10 para obtener el número máximo y mínimo de paneles en serie. Obteniendo un máximo de 12.03 y un mínimo de 3.89. Para el caso industrial por tener un número de paneles suficientes se deben realizar ramas en paralelo obteniendo:

$$\text{Ramas en paralelo} = \frac{12.03}{3.89} \approx 3 \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$\text{No. de Paneles por Rama} = 12 * 3 = 36 \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$\text{No. de Inversores} = \frac{600}{36} \approx 17 \quad (\text{Ecuación 11})$$

Con el sistema industrial se obtiene una conexión de 600 paneles. 12 módulos en serie conectados en 3 ramas en paralelo, con conjunto con su respectivo inversor regulador. Es decir, 17 inversores con su respectivo grupo de 17 módulos solares.

Para el sistema dimensionado se obtuvieron los siguientes datos de generación:

Tabla 8. Energía generada por el sistema fotovoltaico industrial y valores de obtención

Energía generada en el periodo 2010 - 2020						
MES	Rad Glob (kWh/m ² *día)	PPSistema (kW)	PR	Días	k20	E Sis (kWh/mes)
Enero	5.58	217.46	80%	31	1.04	31274.75628
Febrero	5.35	217.46	80%	28	1	26049.15011
Marzo	5.1	217.46	80%	31	0.95	26147.65562
Abril	4.96	217.46	80%	30	0.88	22785.15285
Mayo	4.91	217.46	80%	31	0.83	21961.19267
Junio	5.06	217.46	80%	30	0.81	21402.45458
Julio	5.25	217.46	80%	31	0.83	23519.31927
Agosto	5.75	217.46	80%	31	0.88	27311.85377
Septiembre	5.87	217.46	80%	30	0.95	29088.26409
Octubre	5.62	217.46	80%	31	1.01	30628.0063
Noviembre	5.49	217.46	80%	30	1.05	30110.18939
Diciembre	5.61	217.46	80%	31	1.06	32096.08651

Como resultado se obtiene un promedio de 26864.50 kWh, el cual significaría la cobertura de un 13.97% del consumo industrial promedio.

Discusión

Los resultados favorables del presente estudio podrían ser aplicados en toda la ciudad de Quito. Para el sector residencial (Abella, 2011) menciona que la potencia de generación pico en sistemas fotovoltaicos residenciales, con uso de área disponibles, es de máximo 5kWp. Para el presente estudio se obtuvo un valor de 1.78kW, lo cual entraría

en el rango aceptable. Esta aclaración viene ligada al hecho de la ubicación geográfica del país y la cantidad de radiación que se recibe a lo largo de la localidad, por ser alto promedio de radiación por m^2 se pueden obtener buenas cantidades de energía generada con un equipo fotovoltaico compacto. Hay que tomar en cuenta que existe una tendencia cíclica de 4 años para valles y crestas en datos de radiación, más no representan datos bajos para la generación de energía, debido a que el promedio anual de 2014 para radiación es de alrededor de $4,9 \text{ W/m}^2/\text{d}$ siendo un valor totalmente válido para la generación de energía eléctrica a través de sistemas fotovoltaicos. Mientras que en 2018 se tiene un promedio alrededor de $5,8 \text{ W/m}^2/\text{d}$ siendo un valor extremadamente alto y aprovechable. Partiendo de este antecedente, existen consideraciones como la evaluación de los meses de mayor y menor consumo, para relacionar directamente con la radiación y generación mensual por el equipo propuesto, para una obtención de las temporadas del año en donde se tendría un hipotético déficit energético. Sin embargo, por las condiciones de la zona de estudio y consumo promedio no se presentarían mayores dificultades con el sistema propuesto (Gallegos, 2017).

Además, este modelo fotovoltaico es escalable para todos los domicilios de la ciudad de Quito, especialmente para la zona norte, por las condiciones que presenta la capital, teniendo propiedades físicas y meteorológicas muy similares a lo largo de su extensión (Díaz, 2018). No obstante, dentro de aquellas consideraciones a tomar en cuenta, existen algunas no contempladas en este presente trabajo. Las variables meteorológicas de interés; el factor viento en una ciudad altoandina como Quito puede llegar a tener velocidades altas que deban ser consideradas por el factor de radiación y el enfriamiento de los equipos, lo cual puede tener repercusiones tanto positivas como negativas dependiendo los valores y la zona específica analizada (Bergamasco y Asinari, 2011). Además, dentro de varios estudios de radiación solar para aprovechamiento residencial, se ha dedicado un espacio para el estudio geométrico y arquitectónico de las residencias (Lau et al., 2017). Metodología aplicada en este trabajo, la cual se realizó en un domicilio in situ para la evaluación de pérdida por sombras, más, un análisis de imágenes satelitales que permitan conocer la geometría de ancho, largo y espesor de más de una muestra, permitiría tener datos más exactos con respecto al área útil de los domicilios de una zona. Además de ello es importante mencionar que para cada infraestructura se tiene diversos objetos externos como se observa en (Figura 3) que generan sombra, por lo que realizar esta medición en el tejado donde se vaya a

implementar el sistema fotovoltaico es fundamental. Tomando en cuenta estas consideraciones adicionales y algunas técnicas sobre los equipos eléctricos como en (Alonso, 2011) se podría llegar a tener un modelo mucho más adaptable a una ciudad altoandina, a pesar de que este sistema determinado cumpliría con las necesidades básicas del área de estudio para generación de energía.

El resultado del dimensionamiento del sistema fotovoltaico del presente trabajo asume un panorama ideal donde existe un mantenimiento constante y además un sistema de cableado óptimo y de mejor calidad para obtener la mayor cantidad de aprovechamiento energético. En la práctica, existe una relación exponencial entre polvo y suciedad y la eficiencia de los paneles solares por lo que tomar esta correlación para el mantenimiento de los equipos es fundamental (Rau, 2017), e incluso en estudios previos donde se pueda analizar pérdidas por esta clase de condiciones. Sin embargo, existen estudios que presentan a los sistemas fotovoltaicos como un conjunto de equipos que requiere mantenimiento mínimo y de carácter preventivo (Gallegos, 2017), por lo que el factor de mantenimiento puede resultar perjudicial en caso de que no se realice una limpieza adecuada afectando a la eficiencia de generación o incluso a la integridad del equipo.

Dentro de las limitaciones de exactitud para el presente estudio, el tamaño de muestra con respecto a la variante de consumo de uso eléctrico en el sector industrial fue bajo. Una amplia muestra de datos o bien datos específicos con respecto a una industria individual, podrían llegar a arrojar diferentes datos sobre el dimensionamiento fotovoltaico para industrias. Sobre todo, datos de industrias con diferentes modelos de negocio, ya que los datos de consumo eléctrico recolectados provienen de una industria que cuenta con una planta de producción activa las 24 horas del día durante 5 días de las semanas. Es por ello, que la generación de energía eléctrica para la industria a través de un sistema fotovoltaico cubrirá el 13.97% de la demanda energética, valor que se determinó por el espacio disponible promedio en los tejados del área de Carapungo. Por lo tanto, es indispensable contar, en este tipo de industrias, con fuentes de energía alternas. Sin embargo, para el sector residencial la implantación de un sistema fotovoltaico satisface el 97% del consumo energético, por lo que podemos decir que este tipo de sistemas de aprovechamiento energético son ideales para residencias con consumos de 220-225 KWH/mes. Una de las consideraciones a tomar en cuenta a nivel residencial es, el precio



de los equipos ya que la implementación de un sistema fotovoltaico, como el que se está modelando en el presente trabajo, va a rondar los 1500 USD (Proviento, 2020).

Conclusiones

El dimensionamiento e implantación de un sistema fotovoltaico que satisfaga las necesidades de consumo promedio del sector de Carapungo para el sector residencial es posible. Teniendo un consumo promedio de 226 kWh/mes y una potencial generación promedio de 220 kWh/mes mediante un sistema fotovoltaico óptimo calculado, que consta de 5 paneles fotovoltaicos y que puede llegar a generar el 97% del consumo mensual. Por otro lado, el consumo de industrias en el sector analizado presenta tener un consumo extremadamente alto como para la instalación de un sistema que satisfaga las necesidades de consumo en su totalidad; se determinó que por el espacio disponible promedio en los tejados de las industrias se podría implementar un sistema fotovoltaico de 600 paneles solares con la capacidad de generar el 13.97% del consumo mensual de las industrias.

El año, dentro del periodo analizado, con peor radiación es el 2014, mientras el año con mejor radiación resultó ser el 2018, obteniendo un patrón de comportamiento entre valle y cresta en 4 años. Por otro lado, los meses con peor radiación promedio fueron abril y mayo con un promedio de 4.6 kW/m²*mes y los meses con mayor potencial promedio fueron septiembre y octubre con promedio de 5.7 kW/m²*mes, para ambos casos los valores resultan óptimos para generación de energía eléctrica por un sistema fotovoltaico.

Entre las especificaciones técnicas relevantes para la implementación de un sistema fotovoltaico en una zona como la del presente estudio se determinó una pérdida máxima de área por las sombras de una edificación residencial de techo plano promedio en un 15,7 % a las 17h, y una pérdida del 8,7% a las 8h45, factores que se deben tomar en cuenta para el mantenimiento e instalación de los paneles. Con respecto al área de residencias y las pérdidas mencionadas, la superficie promedio de los tejados en domicilios de la zona, es favorable con un área útil mínima de 80.19 m².



Con respecto al tema residencial, que resultó ser el más favorable, se tienen meses en donde el consumo podría quedar por debajo de la generación de energía por el sistema fotovoltaico. Meses como febrero o abril. Sin embargo, la radiación de la ciudad de Quito por su ubicación geográfica presenta un promedio de 5.2 kW/h en la zona de estudio con alrededor de 4 a 5 horas de sol aprovechable diarios, lo cual son propiedades únicas y de máximo aprovechamiento para esta clase de sistemas.

Las variables de área, datos de radiación solar y consumo son lo suficientemente alentadores para afirmar que un modelo escalable, como el del presente trabajo podría convertir a un domicilio residencial de Quito, sector norte, en una casa autosuficiente en generación de energía solar conectada a la red.

Recomendaciones

- Obtención de una muestra mínima, para datos de consumo y medición de áreas de 30 muestras. Caso que se cumple en el presente estudio para el muestreo de áreas y la consulta de consumo domiciliario, pero no para el consumo industrial.
- Obtención de datos meteorológicos de dos fuentes distintas para reducción de error y mejores estimaciones.
- Revisión previa del área de estudio sobre potencial solar, sintetiza en gran parte el saber el potencial de la zona para el aprovechamiento del recurso.
- Un complemento de análisis económico sobre el presente estudio para la determinación de costos de implementación del sistema en mención, en contraste con el área de estudio, sería de gran interés e impacto como complemento de este estudio técnico.
- El análisis de variables alternas como análisis de estructuras arquitectónicas, figuras geométricas, variantes meteorológicas (separada de la radiación), mantenimiento y mayor recopilación en muestreo de consumo. Podrían ser complementos muy enriquecedores del presente trabajo. Especialmente con respecto al cálculo de sombras generadas, dado que en el presente estudio se realizó un muestreo in situ de un solo domicilio.



- Para el cálculo de sombras existen programas que logran generar un perfil digital de acuerdo a las medidas in situ o planos de edificaciones u otros cuerpos que puedan generar perdidas (Ausina et al., 2012).
- Un análisis económico con respecto a las estimaciones del sistema podría ser muy relevante para la implementación real de esta propuesta.
- Mucha de la información con respecto a trayectorias solares para cálculo de perdidas por sombreado y otros factores se encuentran con respecto a latitudes orientadas hacia el norte. Por lo que, una obtención precisa del recorrido solar a lo largo de un año para latitud 0, permitirían conocer exactamente la inclinación de los paneles en cada periodo del año, muy independientemente que la metodología usada en el presente trabajo con el factor k20 funciona muy bien.

Referencias

- Abella, M. A. (2011). Sistemas Fotovoltaicos. *Ciemat*, 1(1), 59. http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45340/componente45338.pdf
- Andrade, A. L. (2016). Análisis De La Influencia De La Geodinámica Y Los Impactos Antrópicos En La Geomorfología Fluvial Del Río Coca. Caso De Estudio: Impactos Fluviales Del Proyecto Coca Codo Sinclair – Phccs. 1–176. https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15206?fbclid=IwAR03DOKN8DkxektgeQ4alHpB-Ehk9fgay3lrrLmimN7yA7C0QSYIJQB_m3c
- Ausina, I., Faubel, I., & Signes, J. (2012). Cálculo de pérdidas de radiación solar debidas a sombras en la certificación energética de edificios existentes con CE3X.
- Badii, M., Guillen, A., & Serrato, O. (2015). History and Use of Renewable Energies. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 10(1), 1–18. [http://www.spentamexico.org/v10-n1/A1.10\(1\)1-18.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n1/A1.10(1)1-18.pdf)
- Bergamasco, L., & Asinari, P. (2011). Scalable methodology for the photovoltaic solar energy potential assessment based on available roof surface area: Application to Piedmont Region (Italy). *Solar Energy*, 85(5), 1041–1055. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2011.02.022>
- Díaz, S. (2018). Evaluación del potencial solar para obtención de energía eléctrica en la ciudad de Quito. Universidad de las Américas.
- Gallegos, R. (2017). Análisis de factibilidad para la instalación de un sistema de energía limpia mediante celdas fotovoltaicas para la alimentación eléctrica del edificio 4 en el itslv. [CIATEQ].



<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/97/1/HernandezGallagosRodolfoMMANAV2017.pdf>

- Lalinde, H., Espinosa, F., Rangel, J., Rodriguez, J., Sierra, C., Arenas, M., Carillo, S., & Bermudez, V. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *AVFT*, 10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Lau, K. K. L., Lindberg, F., Johansson, E., Rasmussen, M. I., & Thorsson, S. (2017). Investigating solar energy potential in tropical urban environment: A case study of Dar es Salaam, Tanzania. *Sustainable Cities and Society*, 30, 118–127. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.01.010>
- María, M. O., María, R., Pendás, T., Ortega, M., & Abreu, P. (2009). Coeficiente de correlacion de los rangos de spearman caracterizacion. In *Revista Habanera de Ciencias Médicas* (Vol. 8, Issue 2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180414044017>
- Ortega, L., & Cañadas, V. (2015). *Energía Solar Fotovoltaica (SEAS (ed.1))*.
- Proviento. (2020). *Pro Viento*. <https://proviento.com.ec/10-paneles-solares>
- Rau, J. (2017). Estudio del efecto soiling en el rendimiento de paneles solares fotovoltaicos en una zona residencial [Universidad Técnico Federico Santa María]. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/24673/3560902048979UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Índice de tablas estadísticas

En esta sección se detallan las tablas estadísticas elaboradas por Observatorio de Energía y Minas a partir de datos de libre acceso en diferentes instituciones del sector minero y energético. Estas se entregan en versión digital junto con la edición impresa del Boletín, además se encuentran accesibles en:

<http://www.observatorioenergiayminas.com/petroleoaldia.html>

<http://udla.edu.ec/cie/observatorio-de-energia-y-minas-2/>

R Tablas de resumen



R-1 Cuadro estadístico de resumen anual a/

ESPECIFICACIÓN	REGIÓN	UNIDADES	2015	2016	2017	2018	2019	2020	FUENTE
RESERVAS PROBADAS									
Reservas probadas de crudo	ECUADOR	Milones de barriles	8 273	8 273	8 273	8 273	8 273	8 273	AL-A-1
	OPEP	Milones de barriles	1 180 767	1 187 345	1 183 674	1 182 528	1 232 808	1 236 895	OP-A-1
	MUNDIAL	Milones de barriles	1 490 676	1 490 722	1 492 066	1 497 028	1 550 736	1 548 652	MU-A-1
EXPLORACIÓN									
Torres de perforación	ECUADOR	Torres de perforación activas	7	7	14	28	21	5	AL-A-2.1
	OPEP	Torres de perforación activas	784	733	733	776	724	554	OP-A-2.1
	MUNDIAL	Torres de perforación activas	2 322	2 132	2 455	2 641	2 352	1 418	MU-A-2.1
Pozos	ECUADOR	Promedio diario en operación	6 052	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-2.2
	OPEP	Pozos productivos	36 858	36 222	35 069	31 238	29 375	25 654	OP-A-2.2
	MUNDIAL	Pozos productivos	1 113 243	1 102 111	1 113 132	75 822	75 263	nd	OP-A-2.2
PRODUCCIÓN DE CRUDO									
Producción de crudo	ECUADOR	Miles de barriles	198 230	200 711	193 929	188 792	193 816	175 450	EC-A-3.b
Producción de crudo diario	ECUADOR	Miles de barriles por día	543	549	531	517	531	479	AL-A-3
	OPEP	Miles de barriles por día	31 057	32 464	31 639	31 238	29 375	25 654	OP-A-3.a
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	75 088	75 305	74 579	75 822	75 263	69 093	MU-A-3
Producción acumulada de crudo	ECUADOR	Miles de barriles	5 507 898	5 708 839	5 902 766	6 091 559	nd	nd	OP-A-3.b
	OPEP	Miles de barriles	496 992 648	508 874 613	520 422 916	531 824 836	542 546 835	551 936 190	OP-A-3.b
TRANSPORTE									
SOTE	ECUADOR	Miles de barriles	133 669	132 891	131 088	125 570	124 824	113 487	EC-A-4.a
OCP	ECUADOR	Miles de barriles	62 059	61 172	59 890	61 165	68 069	58 799	EC-A-4.a
Consumo en estaciones de bombeo	ECUADOR	Barriles	751 057	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-4.b
COMERCIALIZACIÓN DE CRUDO									
Demanda de crudo	ECUADOR	Miles de barriles por día	259	247	241	260	271	225	AL-A-5.1
	OPEP	Miles de barriles por día	8 848	8 686	8 759	8 633	8 785	8 055	OP-A-5.1
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	94 248	95 727	97 450	98 823	99 671	90 727	MU-A-5.1
Crudo fiscalizado	ECUADOR	Miles de barriles	195 324	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-5.2.1
Consumo interno	ECUADOR	Miles de barriles	44 351	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-5.2.1
Exportación de crudo	ECUADOR	Miles de barriles	151 765	144 559	135 494	129 692	139 816	131 522	EC-A-5.2.3.a
	ECUADOR	Miles de dólares FOB	6 355 235	5 053 936	6 189 823	7 853 414	7 731 161	4 684 793	EC-A-5.2.3.a
	ECUADOR	US\$ / barril	42	35	46	61	55	36	EC-A-5.2.3.a
	ECUADOR	Miles de barriles por día	433	415	385	371	398	362	AL-A-5.2.3
	OPEP	Miles de barriles por día	23 000	24 603	24 267	24 274	22 478	19 701	OP-A-5.2.3.a
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	41 510	44 192	44 662	45 899	45 182	41 988	MU-A-5.2.3
Exportación de crudo Oriente por EP Petroecuador	ECUADOR	Miles de barriles	91 666	81 532	75 169	68 133	72 573	73 622	EC-A-5.2.3.b
	ECUADOR	US\$ / barril	43	37	47	63	58	38	EC-A-5.2.3.b
Exportación de crudo Napo por EP Petroecuador	ECUADOR	Miles de barriles	39 688	44 469	41 164	41 935	48 360	42 012	EC-A-5.2.3.b
	ECUADOR	US\$ / barril	39	32	43	57	52	32	EC-A-5.2.3.b
Importación de crudo	OECD	Miles de barriles por día	26 224	26 862	27 640	26 867	25 892	22 447	AL-A-5.2.4
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	42 821	44 673	46 413	46 784	46 409	42 900	MU-A-5.2.4
Dubái		US\$ 2015/ barril	51	41	53	70	63	42	MU-A-5.3
Brent		US\$ 2015/ barril	52	44	54	71	64	42	MU-A-5.3
Nigeria's Forcados		US\$ 2015/ barril	54	45	54	72	65	42	MU-A-5.3
West Texas Intermediate		US\$ 2015/ barril	49	43	51	65	57	39	MU-A-5.3
INDUSTRIALIZACIÓN DE CRUDO									
Demanda de gasolina	ECUADOR	Miles de barriles por día	59	64	60	nd	nd	nd	OP-A-6.1
	OPEP	Miles de barriles por día	2 139	2 062	2 258	2 272	2 288	2 290	OP-A-6.1
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	24 960	25 493	26 138	26 406	26 538	23 702	MU-A-6.1
Demanda de queroseno	ECUADOR	Miles de barriles por día	8	7	7	nd	nd	nd	OP-A-6.1
	OPEP	Miles de barriles por día	491	485	491	493	495	495	OP-A-6.1
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	6 805	7 164	7 397	7 646	7 830	4 796	MU-A-6.1
Demanda de destilados	ECUADOR	Miles de barriles por día	92	84	85	nd	nd	nd	OP-A-6.1
	OPEP	Miles de barriles por día	2 278	2 080	1 959	1 962	1 995	2 005	OP-A-6.1
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	27 778	27 504	27 803	27 982	28 225	26 260	MU-A-6.1
Demanda de residuos	ECUADOR	Miles de barriles por día	34	26	21	nd	nd	nd	OP-A-6.1
	OPEP	Miles de barriles por día	1 451	1 572	1 561	1 554	1 529	1 529	OP-A-6.1
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	6 897	6 967	7 079	7 118	6 933	6 445	MU-A-6.1
Demanda de otros derivados	ECUADOR	Miles de barriles por día	67	65	67	nd	nd	nd	OP-A-6.1
	OPEP	Miles de barriles por día	2 490	2 468	2 490	2 353	2 478	2 458	OP-A-6.1
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	27 809	28 600	29 034	29 671	30 144	29 524	MU-A-6.1
Capacidad de refinamiento	ECUADOR	Miles de barriles por día	191	191	188	188	188	188	AL-A-6.2
	OPEP	Miles de barriles por día	11 168	11 288	10 819	11 082	11 218	12 202	OP-A-6.2.a
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	96 725	97 780	98 633	99 572	100 982	101 096	MU-A-6.2
PETROLIO CRUDO PROCESADO									
Refinería Amazonas	ECUADOR	Barriles	7 074 395	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-6.4.a
Refinería Esmeraldas	ECUADOR	Barriles	21 896 361	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-6.4.a
Refinería Lago Agrio	ECUADOR	Barriles	330 677	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-6.4.a
Refinería Libertad	ECUADOR	Barriles	15 069 732	nd	nd	nd	nd	nd	EC-A-6.4.a
PRODUCCIÓN DE DERIVADOS									
Producción total de derivados	ECUADOR	Miles de barriles por día	128	152	153	167	143	120	AL-A-6.4
	OPEP	Miles de barriles por día	8 115	8 394	8 571	8 631	8 368	7 157	OP-A-6.4.a
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	89 167	90 114	89 148	89 963	90 367	85 658	MU-A-6.4
COMERCIALIZACIÓN DE DERIVADOS									
Exportación de derivados	ECUADOR	Miliones de galones	231	507	641	647	666	623	EC-A-7.1.a
	ECUADOR	Miliones de dólares FOB	252	370	682	905	807	485	EC-A-7.1.a
	ECUADOR	US\$ / galón	1	1	1	1	1	1	EC-A-7.1.a
Importación de derivados	ECUADOR	Volumen de importaciones	2 257	1 841	1 876	2 060	2 264	1 965	EC-A-7.2
	ECUADOR	Costo de importación	2	1	2	2	2	1	EC-A-7.2
	ECUADOR	Miles de barriles por día	152	123	134	194	187	165	AL-A-7.2
	OPEP	Miles de barriles por día	2 046	1 939	1 890	2 424	1 684	1 519	MU-A-7.2
	MUNDIAL	Miles de barriles por día	26 751	27 802	28 948	29 347	28 837	25 870	MU-A-7.2
Subsidio a la gasolina súper	ECUADOR	US\$ / galón	0	0	0	0	0	0	EC-A-7.3
	ECUADOR	Miliones de US \$	80	20	66	71	-1	3	EC-A-7.3
Subsidio a la gasolina extra	ECUADOR	US\$ / galón	1	0	0	1	0	0	EC-A-7.3
	ECUADOR	Miliones de US \$	375	190	275	432	254	266	EC-A-7.3
Subsidio a la gasolina extra con etanol (Ecopais)	ECUADOR	US\$ / galón	1	0	1	1	0	0	EC-A-7.3
	ECUADOR	Miliones de US \$	116	75	257	454	186	199	EC-A-7.3
Subsidio al diésel	ECUADOR	US\$ / galón	1	1	1	1	1	1	EC-A-7.3
	ECUADOR	Miliones de US \$	1 372	761	1 115	1 866	1 657	1 677	EC-A-7.3
Subsidio al GLP	ECUADOR	US\$ / kilogramo	0	0	0	0	0	0	EC-A-7.3
	ECUADOR	Miliones de US \$	358	293	477	535	332	325	EC-A-7.3
Subsidio total	ECUADOR	Miliones de US \$	2 301	1 338	2 190	3 287	2 429	2 471	EC-A-7.3

a/ Información actualizada a marzo 2021, para revisar información completa referirse a <http://www.observatorioenergiaminas.com/>



R-2 Cuadro de resumen comparativo de estadísticas 2020

REGIÓN	UNIDADES	ECUADOR	OPEP	MUNDIAL
RESERVAS PROBADAS				
Reservas probadas de crudo	Miliones de barriles	8 273	1 236 855	1 548 652
		AL-A-1	OP-A-1	MJ-A-1
EXPLORACIÓN				
Torres de perforación	Torres de perforación activas	5	554	1 418
		AL-A-2.1	OP-A-2.2	MJ-A-2.1
Pozos en operación	Pozos productivos		35 069	1 113 132
			OP-A-2.2	OP-A-2.2
	Promedio diario (2015)	6 052		
		EC-A-2.2		
PRODUCCIÓN DE CRUDO				
Producción de crudo	Miles de barriles	175 450		
		EC-A-3.b		
Producción de crudo diaria	Miles de barriles por día	479	25 654	69 093
		AL-A-3	OP-A-3.a	MJ-A-3
Producción de crudo acumulada	Miles de barriles	nd	551 936 190	
		OP-A-3.b	OP-A-3.b	
TRANSPORTE				
SOTE	Miles de barriles	113 487		
		EC-A-4.a		
OCP	Miles de barriles	58 799		
		EC-A-4.a		
Consumo en estaciones de bombeo	Barriles (2015)	751 057		
		EC-A-4.b		
COMERCIALIZACIÓN DE CRUDO				
Demanda de crudo fiscalizado	Miles de barriles por día	225	8 055	90 727
		AL-A-5.1	OP-A-5.1	MJ-A-5.1
Crudo fiscalizado	Miles de barriles (2015)	195 324		
		EC-A-5.2.1		
Consumo interno	Miles de barriles (2015)	44 351		
		EC-A-5.2.1		
Exportación de crudo	Miles de barriles	131 522		
		EC-A-5.2.3.a		
	Miles de dólares FOB	4 684 793		
		EC-A-5.2.3.a		
	US\$/ barril	35.62		
		EC-A-5.2.3.a		
	Miles de barriles por día	362	19 701	41 988
		AL-A-5.2.3	OP-A-5.2.3.a	MJ-A-5.2.3
Exportación de crudo Oriente por EP Petroecuador	Miles de barriles	73 622		
		EC-A-5.2.3.b		
	US\$/ barril	37.88		
		EC-A-5.2.3.b		
Exportación de crudo Napo por EP Petroecuador	Miles de barriles	42 012		
		EC-A-5.2.3.b		
	US\$/ barril	32.43		
		EC-A-5.2.3.b		
Importación de crudo	Miles de barriles por día			42 900
				MJ-A-5.2.4
Dubái	US\$ 2015/ barril			42.41
				MJ-A-5.3
Brent	US\$ 2015/ barril			41.84
				MJ-A-5.3
Nigeria's Forcados	US\$ 2015/ barril			42.31
				MJ-A-5.3
West Texas Intermediate	US\$ 2015/ barril			39.25
				MJ-A-5.3
INDUSTRIALIZACIÓN DE CRUDO				
Demanda de gasolina	Miles de barriles por día (2017)	60	2 258	26 138
		OP-A-6.1	OP-A-6.1	MJ-A-6.1
Demanda de queroseno	Miles de barriles por día (2017)	7	491	7 397
		OP-A-6.1	OP-A-6.1	MJ-A-6.1
Demanda de destilados	Miles de barriles por día (2017)	85	1 959	27 803
		OP-A-6.1	OP-A-6.1	MJ-A-6.1
Demanda de residuos	Miles de barriles por día (2017)	21	1 561	7 079
		OP-A-6.1	OP-A-6.1	MJ-A-6.1
Demanda de otros derivados	Miles de barriles por día (2017)	67	2 490	29 034
		OP-A-6.1	OP-A-6.1	MJ-A-6.1
Capacidad de Refinamiento	Miles de barriles por día (2017)	188	10 819	96 633
		AL-A-6.2	OP-A-6.2.a	MJ-A-6.2
PETROLIO CRUDO PROCESADO				
Refinería Amazonas	Barriles (2015)	7 074 395		
		EC-A-6.4.a		
Refinería Esmeraldas	Barriles (2015)	21 896 361		
		EC-A-6.4.a		
Refinería Lago Agrio	Barriles (2015)	330 677		
		EC-A-6.4.a		
Refinería Libertad	Barriles (2015)	15 069 732		
		EC-A-6.4.a		
PRODUCCIÓN DE DERIVADOS				
Producción de derivados	Miles de barriles por día	120	7 157	85 658
		AL-A-6.4	OP-A-6.4.a	MJ-A-6.4
COMERCIALIZACIÓN DE DERIVADOS				
Exportación de derivados	Miliones de galones	623		
		EC-A-7.1		
	Miliones de dólares FOB	485		
		EC-A-7.1		
	US\$/ galón	0.78		
		EC-A-7.1		
IMPORTACIÓN DE DERIVADOS				
Volumen de importaciones	Miliones de galones	1 965		
		EC-A-7.2		
Costo de importación	US\$/ galón	1.23		
		EC-A-7.2		
Importación	Miles de barriles por día	165	1 519	25 870
		AL-A-7.2	MJ-A-7.2	MJ-A-7.2
Subsidio a la gasolina súper	US\$/ galón	0.01		
		EC-A-7.3		
	Miliones de US \$	3.17		
		EC-A-7.3		
Subsidio a la gasolina extra	US\$/ galón	0.49		
		EC-A-7.3		
	Miliones de US \$	266.10		
		EC-A-7.3		
Subsidio al diésel	US\$/ galón	1.21		
		EC-A-7.3		
	Miliones de US \$	1 676.79		
		EC-A-7.3		
Subsidio al GLP	US\$/ Míegramo	0.27		
		EC-A-7.3		
	Miliones de US \$	325.50		
		EC-A-7.3		
Subsidio total	Miliones de US \$	2 470.75		
		EC-A-7.3		

a/ Información actualizada a marzo 2021, para revisar información completa referirse a <http://www.observatorioenergiaminas.com/>



R-3 Cuadro estadístico de resumen mensual a/

ESPECIFICACIÓN	REGIÓN	UNIDADES	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	FUENTE
PRODUCCIÓN DE CRUDO																
Producción de crudo	ECUADOR	Miles de barriles	15 766	14 054	15 577	14 978	15 449	14 815	15 279	15 030	14 551	14 917	14 547	7 636	14 136	EC-M-3.b
	ECUADOR	Miles de barriles por día	509	502	502	499	498	494	493	485	485	481	485	246	456	EC-M-3.b
Empresas públicas	ECUADOR	Miles de barriles	12 623	11 142	12 312	11 796	12 200	11 688	11 979	11 798	11 442	11 705	11 430	5 883	11 007	EC-M-3.b
Empresas privadas	ECUADOR	Miles de barriles	3 143	2 912	3 265	3 181	3 250	3 126	3 300	3 232	3 108	3 212	3 117	1 753	3 129	EC-M-3.b
TRANSPORTE																
SOTE	ECUADOR	Miles de barriles	10 116	9 140	9 889	9 628	9 986	9 491	9 853	9 508	9 564	9 617	9 393	3 227	10 360	EC-M-4.a
OCF	ECUADOR	Miles de barriles	5 408	4 345	5 370	4 886	5 297	4 451	4 995	5 003	5 042	4 660	4 503	1 615	4 702	EC-M-4.a
Promedio diario	ECUADOR	Miles de barriles por día	501	482	492	484	493	465	479	468	468	461	463	156	486	EC-M-4.a
Consumo en estaciones de bombeo	ECUADOR	Barriles	nd	EC-M-4.b												
COMERCIALIZACIÓN DE CRUDO																
Crudo fiscalizado	ECUADOR	Barriles	nd	EC-M-5.2.1												
Consumo interno	ECUADOR	Barriles	nd	EC-M-5.2.1												
Exportación de crudo	ECUADOR	Miles de barriles	10 942	10 226	11 487	10 278	11 079	10 563	9 426	10 126	9 401	10 703	10 062	3 152	8 644	EC-M-5.2.3.a
	ECUADOR	Miles de dólares FOB	531 232	565 471	673 169	586 833	681 006	708 049	629 064	617 704	607 233	800 605	689 126	188 669	668 971	EC-M-5.2.3.a
	ECUADOR	US\$ / barril	49	55	59	57	61	67	67	61	65	75	68	60	77	EC-M-5.2.3.a
Exportación de crudo Oriente por EP Petroecuador	ECUADOR	Miles de barriles	5 583	5 486	6 551	5 358	5 358	5 190	4 499	5 332	4 609	6 258	4 096	1 352	4 467	EC-M-5.2.3.b
	ECUADOR	US\$ / barril	50	57	60	58	62	69	68	62	66	77	69	63	80	EC-M-5.2.3.b
Exportación de crudo Napo por EP Petroecuador	ECUADOR	Miles de barriles	3 642	3 581	3 596	3 628	4 354	3 894	3 182	3 812	3 405	3 083	4 083	1 351	3 424	EC-M-5.2.3.b
	ECUADOR	US\$ / barril	47	53	57	55	61	65	65	60	63	72	68	57	75	EC-M-5.2.3.b
Brent		US\$ / barril	55	97	65	65	69	73	75	71	74	84	81	74	87	MU-M-5.3.a
West Texas Intermediate		US\$ / barril	52	92	62	62	65	71	72	68	72	81	79	72	83	MU-M-5.3.a
INDUSTRIALIZACIÓN DE CRUDO																
PETROLEO CRUDO PROCESADO																
Refinería Amazonas	ECUADOR	Barriles	nd	EC-M-6.4.a.a												
Refinería Esmeraldas	ECUADOR	Barriles	nd	EC-M-6.4.a.b												
Refinería Lago Agrio	ECUADOR	Barriles	nd	EC-M-6.4.a.c												
Refinería Libertad	ECUADOR	Barriles	nd	EC-M-6.4.a.d												
PRODUCCIÓN DE DERIVADOS																
Producción total de derivados	ECUADOR	Miles de barriles	5 881	5 569	5 769	5 624	6 722	6 380	6 900	6 673	6 439	7 032	6 970	5 583	6 306	EC-M-6.4.b
Fuel Oil	ECUADOR	Miles de barriles	660	731	811	758	774	1 131	1 220	766	871	815	788	477	587	EC-M-6.4.b
Residuo	ECUADOR	Miles de barriles	1 040	979	789	998	1 460	1 019	1 220	1 513	1 224	1 547	1 546	928	1 493	EC-M-6.4.b
Diésel	ECUADOR	Miles de barriles	412	419	454	445	488	389	454	363	311	418	403	256	337	EC-M-6.4.b
Gasolina Extra	ECUADOR	Miles de barriles	1 059	877	1 037	838	1 133	1 099	985	1 083	1 025	1 204	1 053	1 002	1 160	EC-M-6.4.b
GLP	ECUADOR	Miles de barriles	182	177	179	115	183	194	186	183	174	219	223	121	163	EC-M-6.4.b
Otros	ECUADOR	Miles de barriles	2 527	2 386	2 500	2 470	2 684	2 549	2 835	2 766	2 832	2 830	2 957	2 800	2 566	EC-M-6.4.b
COMERCIALIZACIÓN DE DERIVADOS																
Exportación de derivados	ECUADOR	Miles de barriles	1 161	1 133	740	1 122	1 717	1 286	1 505	1 495	1 310	1 710	1 536	1 531	1 156	EC-M-7.1
	ECUADOR	Miles de dólares FOB	55 726	58 760	40 101	60 994	97 936	78 300	90 442	90 381	84 785	121 943	96 521	93 240	86 010	EC-M-7.1
	ECUADOR	US\$ / barril	48	52	54	54	57	61	60	60	65	71	63	61	74	EC-M-7.1
Exportación de Fuel Oil	ECUADOR	Miles de barriles	1 161	1 133	740	1 122	1 717	1 286	1 505	1 495	1 141	1 710	1 536	1 531	1 156	EC-M-7.1
	ECUADOR	Miles de dólares FOB	55 726	58 760	40 101	60 994	97 936	78 300	90 442	90 381	72 723	121 943	96 521	93 240	86 010	EC-M-7.1
	ECUADOR	US\$ / barril	48	52	54	54	57	61	60	60	64	71	63	61	74	EC-M-7.1
Exportación de nafta	ECUADOR	Miles de barriles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EC-M-7.1
	ECUADOR	Miles de dólares FOB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EC-M-7.1
	ECUADOR	US\$ / barril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EC-M-7.1
Exportación de otros derivados	ECUADOR	Miles de barriles	-	-	-	-	-	-	-	-	168	-	-	-	-	EC-M-7.1
	ECUADOR	Miles de dólares FOB	-	-	-	-	-	-	-	-	12 062	-	-	-	-	EC-M-7.1
	ECUADOR	US\$ / barril	-	-	-	-	-	-	-	-	72	-	-	-	-	EC-M-7.1
Importación de derivados	ECUADOR	Volumen de importaciones	4 846	3 702	4 607	4 155	3 625	3 854	4 866	5 434	3 993	4 533	5 432	5 501	5 093	EC-M-7.2
	ECUADOR	Costo de importación	295 731	253 408	337 240	300 193	258 098	289 711	404 896	433 798	324 252	424 450	510 657	501 179	489 322	EC-M-7.2
Importación de nafta de alto octano	ECUADOR	Volumen de importaciones	1 791	1 197	1 491	1 788	1 492	1 188	1 792	1 795	897	900	1 790	1 800	1 787	EC-M-7.2
	ECUADOR	Costo de importación	121 835	92 187	129 864	148 384	127 892	103 972	163 542	164 325	81 915	90 542	178 847	180 425	189 139	EC-M-7.2
Importación de diésel	ECUADOR	Volumen de importaciones	1 992	1 707	1 978	1 398	928	1 438	2 274	2 309	2 572	2 582	2 594	2 253	2 253	EC-M-7.2
	ECUADOR	Costo de importación	128 033	124 807	153 788	107 908	77 330	123 515	196 002	192 830	176 621	257 302	258 452	250 341	237 632	EC-M-7.2
Importación de GLP	ECUADOR	Volumen de importaciones	1 063	798	1 138	969	1 205	1 229	800	1 330	1 062	1 060	1 107	1 107	1 054	EC-M-7.2
	ECUADOR	Costo de importación	45 863	36 415	53 589	43 901	52 876	62 224	45 352	76 644	65 715	76 605	73 357	70 413	62 551	EC-M-7.2
SUBSIDIO																
Subsidio a la gasolina súper	ECUADOR	US\$ / galón	-0.25	-0.12	0.03	0.22	0.18	0.21	0.21	0.21	0.07	-0.02	0.04	-0.07	-0.36	EC-M-7.3.a
	ECUADOR	Miliones de US \$	-2.61	-1.07	0.30	2.14	1.31	1.51	1.88	0.66	-0.17	0.39	-0.58	-3.47	-1.34	EC-M-7.3.a
Subsidio a la gasolina extra	ECUADOR	US\$ / galón	0.02	0.20	0.39	0.60	0.57	0.63	0.62	0.60	0.49	0.36	0.43	0.32	-0.00	EC-M-7.3.a
	ECUADOR	Miliones de US \$	0.92	7.76	15.37	26.13	22.71	25.63	27.42	27.59	22.67	15.97	19.56	14.34	-0.18	EC-M-7.3.a
Subsidio a la gasolina extra con etanol (Ecopais)	ECUADOR	US\$ / galón	0.05	0.29	0.55	0.83	0.72	0.70	0.62	0.55	0.37	0.24	0.29	0.14	-0.18	EC-M-7.3.a
	ECUADOR	Miliones de US \$	2.59	12.58	23.71	40.08	30.67	29.43	29.23	27.62	18.29	11.63	14.08	6.49	-9.89	EC-M-7.3.a
Subsidio al diésel	ECUADOR	US\$ / galón	0.16	0.17	0.33	0.38	0.40	0.58	0.67	0.71	0.68	0.49	0.54	0.28	-0.07	EC-M-7.3.a
	ECUADOR	Miliones de US \$	18.33	18.44	32.23	43.95	42.51	62.76	77.97	85.92	81.71	61.01	69.59	33.60	-8.88	EC-M-7.3.a
Subsidio al GLP	ECUADOR	US\$ / kilogramo	0.31	0.41	0.43	0.45	0.43	0.41	0.33	0.38	0.39	0.41	0.50	0.47	0.43	EC-M-7.3.a
	ECUADOR	Miliones de US \$	33.49	41.83	39.99	47.63	45.52	44.04	35.31	41.71	42.35	45.57	56.13	51.49	47.18	EC-M-7.3.a
Subsidio total	ECUADOR	Miliones de US \$	52.74	79.55	111.61	159.93	142.72	163.37	171.64	184.71	165.67	134.00	159.76	105.33	24.77	EC-M-7.3.a
PRECIO																
Precio en terminal de la gasolina Súper	ECUADOR	US\$ / galón	1.96	1.96	1.96	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	EC-M-7.4

a/ Información actualizada a marzo 2021, para revisar información completa referirse a <http://www.observatorioenergiayminas.com/>

A	Estadísticas anuales
A-1	TABLAS CON DATOS DE RESERVAS
AL-A-1	Reservas de crudo probadas de América Latina, según país, en millones de barriles (1960 - 2019)
OP-A-1	Reservas de crudo probadas de países miembros de la OPEP, según país, en millones de barriles (1960 - 2019)
PR-A-1	25 países con más reservas probadas de crudo a 2018, en millones de barriles (1960 - 2019)
MU-A-1	Reservas de crudo probadas mundiales, según continente, en millones de barriles (1960 - 2019)
A-2	TABLAS CON DATOS DE PERFORACIÓN A-2.1
	TORRES DE PERFORACIÓN
AL-A-2.1	Torres de perforación activas en América Latina, según país (1982 - 2019)
OP-A-2.1	Torres de perforación activas en países miembros de la OPEP, según país (1982 - 2019)
PR-A-2.1	25 países con más torres de perforación activas a 2018 (1982 - 2019)
MU-A-2.1	Torres de perforación activas mundiales, según continente (1982 - 2019)
A-2.2	POZOS
EC-A-2.2	Promedio diario de pozos operados en Ecuador según campo y empresa operadora (2001 - 2015)
OP-A-2.2	Pozos productivos en países miembros de la OPEP, según país (1980 - 2018)
A-3	TABLAS CON DATOS DE PRODUCCIÓN
EC-A-3.a	Producción de crudo en Ecuador, según campo, en barriles (2001-2015)
EC-A-3.b	Producción de crudo en Ecuador por tipo de empresa productora en miles de barriles (1972 - 2019)
EC-A-3.c	Producción de crudo en Ecuador, según bloque y empresa operadora a 2015, en barriles (2001 - 2015)
EC-A-3.d	Mapa petrolero de Ecuador (División a 2018)
AL-A-3	Producción de crudo en América Latina, según país, en miles de barriles diarios (1960-2018)
OP-A-3.a	Producción de crudo en países miembros de la OPEP, según país, en miles de barriles por día (1960 - 2018)
OP-A-3.b	Producción de crudo acumulada anual de países miembros de la OPEP, según país, en miles de barriles (1960 - 2018)
PR-A-3	25 países con mayor producción de crudo a 2018, en miles de barriles por día (1960-2018)
MU-A-3	Producción de crudo mundial según continente, en miles de barriles por día (1960-2018)
A-4	TABLAS CON DATOS DE TRANSPORTE DE CRUDO
EC-A-4.a	Crudo transportado en Ecuador por oleoducto, en miles de barriles

- EC-A-4.b (1972 - 2019)
Consumo de crudo de Ecuador en estaciones de bombeo en barriles, según estación (1981 - 2015)
- OP-A-4 Principales oleoductos de países miembros de la OPEP a 2016 por operador, largo y dimensión
- A-5 TABLAS CON DATOS DE COMERCIALIZACIÓN DE CRUDO**
- A-5.1 DEMANDA**
- AL-A-5.1 Demanda de crudo en América Latina, según país, en miles de barriles por día (1960 - 2018)
- OP-A-5.1 Demanda de crudo de países miembros de la OPEP, según país, en miles de barriles por día (1960 - 2018)
- PR-A-5.1 25 países con mayor demanda de crudo a 2018, en miles de barriles por día (1960 - 2018)
- MU-A-5.1 Demanda de crudo mundial según continente, en miles de barriles por día (1960 - 2018)
- A-5.2 COMERCIALIZACIÓN DE CRUDO A-**
- 5.2.1 COMERCIALIZACIÓN**
- EC-A-5.2.1 Comercialización de crudo de Ecuador, según crudo fiscalizado, consumo interno y exportación de crudo, en miles de barriles (2001 - 2015)
- A-5.2.2 CONSUMO INTERNO**
- EC-A-5.2.2 Aporte de petróleo crudo al mercado interno en Ecuador por entregas a refinerías, en miles de barriles (2001 - 2015)
- A-5.2.3 EXPORTACIÓN**
- EC-A-5.2.3.a Exportación de crudo de Ecuador, según tipo de empresa y tipo de exportación (2004 - 2020)
- EC-A-5.2.3.b Exportaciones de crudo por EP Petroecuador, según tipo de crudo y tipo de exportación (2000 - 2020)
- EC-A-5.2.3.c Exportaciones de crudo de Ecuador, según país de destino, en barriles (2001 - 2015)
- EC-A-5.2.3.d Exportaciones de crudo de Ecuador, en miles de dólares FOB (1927 - 2018)
- AL-A-5.2.3 Exportaciones de crudo de América Latina, según país, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- OP-A-5.2.3.a Exportaciones de crudo de países miembros de la OPEP, según país, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- OP-A-5.2.3.b Exportaciones de crudo de países miembros de la OPEP, según país y destino, en miles de barriles por día (2010 - 2018)
- PR-A-5.2.3 25 países con más exportaciones de crudo, según país, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- MU-A-5.2.3 Exportaciones de crudo mundiales, según continente, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- A-5.2.4 IMPORTACIÓN**
- AL-A-5.2.4 Importaciones de crudo en América Latina, según país, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- PR-A-5.2.4 25 países con más importaciones de crudo a 2018, en miles de barriles por día (1980 - 2018)

- MU-A-5.2.4 Importaciones de crudo mundiales, según continente, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- A-5.3 PRECIO**
- MU-A-5.3 Precio mundial anual del crudo en dólares 2018 por tipo (1972 - 2018)
- A-6 TABLAS CON DATOS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE CRUDO**
- A-7 A-6.1 DEMANDA**
- OP-A-6.1 Demanda de derivados de petróleo de miembros de la OPEP, según país y tipo de derivado, en miles de barriles por día (1960 - 2018)
- MU-A-6.1 Demanda mundial de derivados del petróleo, según continente y tipo de derivado, en miles de barriles diarios (1980 - 2018)
- A-6.2 CAPACIDAD DE REFINAMIENTO**
- AL-A-6.2 Capacidad de refinamiento de América Latina, según país, en miles de barriles por día calendario (1980 - 2018)
- OP-A-6.2.a Capacidad de refinamiento de miembros de la OPEP, según país, en miles de barriles por día calendario (1980 - 2018)
- OP-A-6.2.b Capacidad de refinamiento de país miembros de la OPEP, según país, compañía, y locación, en miles de barriles por día calendario (1980 - 2018)
- PR-A-6.2 25 países con mayor capacidad de refinamiento a 2018, en miles de barriles por día calendario (1980 - 2018)
- MU-A-6.2 Capacidad de refinamiento mundial, según continente, en miles de barriles por día calendario (1980 - 2018)
- A-6.3 RENDIMIENTO DE REFINACIÓN**
- AL-A-6.3 Rendimiento de refinación de crudo en América Latina, según país, en miles de barriles diarios (1980 - 2018)
- OP-A-6.3 Rendimiento de refinación de crudo en países miembros de la OPEP, según país, en miles de barriles diarios (1980 - 2018)
- PR-A-6.3 25 países con mayor rendimiento de refinación de crudo a 2017, en miles de barriles diarios (1980 - 2018)
- MU-A-6.3 Rendimiento de refinación de crudo mundial, según continente, en miles de barriles diarios (1980 - 2018)
- A-6.4 PRODUCCIÓN DE DERIVADOS**
- EC-A-6.4.a Petróleo crudo procesado en refinerías de Ecuador, por refinería, en barriles (2001 - 2015)
- EC-A-6.4.b Producción de derivados en Ecuador, según tipo de derivado, en miles de barriles (1972 - 2017)
- EC-A-6.4.c.a Producción de derivados de Ecuador en Refinería Amazonas, según tipo de derivado en barriles (1982 - 2015)
- EC-A-6.4.c.b Producción de derivados de Ecuador en Refinería Esmeraldas, según tipo de derivado, en barriles (1977 - 2015)
- EC-A-6.4.c.c Producción de derivados de Ecuador en Refinería Lago Agrio, según tipo de derivado, en barriles (2001 - 2015)
- EC-A-6.4.c.d Producción de derivados de Ecuador en Refinería La Libertad, según tipo de derivado, en barriles, según tipo de derivado (1972 - 2015)
- EC-A-6.4.c.e Producción de derivados de Ecuador en Planta de Gas Shushufindi, según tipo de derivado, en barriles (1982 - 2015)

- EC-A-6.4.c.f Producción de derivados de Ecuador en Planta Cautivo, según tipo de derivado, en barriles (1972 - 1991)
- AL-A-6.4 Producción de América Latina de productos petrolíferos refinados, según país, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- OP-A-6.4.a Producción de productos petrolíferos refinados de países miembros de la OPEP, según país, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- OP-A-6.4.b Producción de derivados de miembros de la OPEP, según tipo de derivado, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- PR-A-6.4 25 países con mayor producción de productos petrolíferos refinados a 2017, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- MU-A-6.4 Producción mundial de productos petrolíferos refinados, según continente, en miles de barriles por día (1980 - 2018)

A-8 TABLAS CON DATOS DE COMERCIALIZACIÓN DE DERIVADOS

A-7.1 EXPORTACIÓN

- EC-A-7.1.a Exportación de derivados de Ecuador por Petroecuador EP, según tipo de derivado (1996 - 2019)
- EC-A-7.1.b Exportaciones de derivados de Ecuador, en miles de dólares FOB (1927 - 2018)
- OP-A-7.1 Exportaciones de productos petrolíferos refinados de países miembros de la OPEP, según país y destino, miles de barriles por día (2010 - 2018)

A-7.2 IMPORTACIÓN

- EC-A-7.2 Importación de derivados e ingresos y egresos por comercialización de derivados en Ecuador, según tipo de derivado (2004 - 2019)
- AL-A-7.2 Importaciones de productos petrolíferos de América Latina, según país, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- PR-A-7.2 25 países con más importaciones de productos petrolíferos a 2015, en miles de barriles por día (1980 - 2018)
- MU-A-7.2 Importaciones de productos petrolíferos, según continente, en miles de barriles por día (1980 - 2018)

A-7.3 SUBSIDIOS

- EC-A-7.3 Subsidio a los principales combustibles en Ecuador (1989 - 2018)

M Estadísticas mensuales

M-3 TABLAS CON DATOS DE PRODUCCIÓN DE CRUDO

- EC-M-3.a Producción de crudo en Ecuador, según campo petrolero, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-3.b Producción de crudo en Ecuador, según tipo de empresa, en miles de barriles (enero 2004 - marzo 2020)
- EC-M-3.c Producción de crudo en Ecuador, según bloque petrolero, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)

M-4 TABLAS CON DATOS DE TRANSPORTE DE CRUDO

- EC-M-4.a Transporte de crudo en Ecuador, según oleoducto, en miles barriles (enero 2004 – marzo 2020)
- EC-M-4.b Consumo de crudo de Ecuador en estaciones de bombeo, según estación, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)

M-5 TABLAS CON DATOS DE COMERCIALIZACIÓN DE CRUDO M-5.2

COMERCIALIZACIÓN

M-5.2.1 COMERCIALIZACIÓN

- EC-M-5.2.1 Comercialización de derivados de Ecuador, según crudo fiscalizado, consumo interno e importaciones de crudo mensual, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)

M-5.2.2 CONSUMO INTERNO

- EC-M-5.2.2.a Aporte de petróleo crudo al mercado interno en Ecuador, entrega a Refinería Amazonas, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-5.2.2.b Aporte de petróleo crudo al mercado interno en Ecuador, entrega a Refinería Esmeraldas, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-5.2.2.c Aporte de petróleo crudo al mercado interno en Ecuador, entrega a Refinería Lago Agrio, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-5.2.2.d Aporte de petróleo crudo al mercado interno en Ecuador, entrega a Refinería La Libertad, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-5.2.2.e Aporte de petróleo crudo al mercado interno en Ecuador, entrega a cabotaje, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)

M-5.2.3 EXPORTACIÓN

- EC-M-5.2.3.a Exportación de crudo de Ecuador, según tipo de empresa y tipo de exportación (enero 2004 – marzo 2020)
- EC-M-5.2.3.b Exportación de crudo por EP Petroecuador, según tipo de crudo y tipo de exportación (enero 2004 – marzo 2020)
- EC-M-5.2.3.c Exportación de petróleo crudo de Ecuador, según país de destino, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)

M-5.3 PRECIO

- MU-M-5.3.a Precio mundial de crudo histórico y proyectado (enero 2011 – abril 2020)
- MU-M-5.3.b Precio mundial del crudo Brent, WTI y Dubái (enero 1980 – abril 2020)

M-6 TABLAS CON DATOS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE CRUDO M-6.4

PRODUCCIÓN DE DERIVADOS

- EC-M-6.4.a.a Petróleo crudo de Ecuador procesado en Refinería Amazonas, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-6.4.a.b Petróleo crudo de Ecuador procesado en Refinería Esmeraldas, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-6.4.a.c Petróleo crudo de Ecuador procesado en Refinería Lago Agrio, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-6.4.a.d Petróleo crudo de Ecuador procesado en Refinería La Libertad, en barriles (enero 2001 - diciembre 2015)

- les (enero 2001 - diciembre 2015)
- EC-M-6.4.b Producción nacional de derivados en Ecuador, según tipo de derivado, en miles de barriles (enero 2004 – marzo 2020)
- EC-M-6.4.c Producción de derivados en Ecuador, según refinería y tipo de derivado, en barriles (enero 2001- diciembre 2015)

M-7 TABLAS CON DATOS DE COMERCIALIZACIÓN DE DERIVADOS

M-7.1 EXPORTACIÓN

- EC-M-7.1.a Exportación de derivados de Ecuador por Petroecuador EP, según tipo de derivado (enero 2004 – marzo 2020)

M-7.2 IMPORTACIÓN

- EC-M-7.2 Importación de derivados e ingresos y egresos por comercialización de derivados de Ecuador, según tipo de derivado (enero 2004 – marzo 2020)

M-7.3 SUBSIDIOS

- EC-M-7.3 Subsidio a los principales combustibles en Ecuador (enero 1989 - febrero 2020)

Referencias de tablas

- Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero. (2020). Precios combustibles. Recuperado de <https://www.controlhidrocarburos.gob.ec/precios-combustibles/>
- Baker Hughes. (2020). International Rig Counts for April 2019. Recuperado de <https://bakerhughesrigcount.gcs-web.com/intl-rig-count?c=79687&p=irol-rigcountsintl>
- Banco Central del Ecuador (2012). *85 Años del Banco Central del Ecuador*. Capítulo 2 (Series Estadísticas Históricas). Quito: BCE. Recuperado de <http://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Anuario/80anos/Cap2-85anos.xls>
- Banco Central del Ecuador (2020). *Cifras del Sector Petrolero*. Quito: BCE. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/SerieCifrasPetroteras.xlsx>
- Banco Central del Ecuador (2020). *Información Estadística Mensual*. Quito: BCE. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/IEMensual/m1980/IEM1980.zip>
- British Petroleum. (2019). *Statistical Review of World Energy 2015*. Londres: BP. Recuperado de <http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-workbook.xlsx>
- Energy Information Administration (2020). *Short-Term Energy and Winter Fuels Outlook*. Washington: EIA. Recuperado de http://www.eia.gov/forecasts/steo/xls/STEO_m.xlsx
- Energy Information Administration (2020). *U.S. Refiner Gasoline Prices by Grade and Sales Type*. Washington D.C.: EIA. Recuperado de https://www.eia.gov/dnav/pet/xls/PET_PRI_REFMG_DCU_NUS_M.xls
- Energy Information Administration (2020). *Short Term Energy Outlook*. Washington D.C.: EIA. Recuperado de https://www.eia.gov/outlooks/steo/xls/STEO_m.xlsx
- Energy Information Administration (2020). *U.S. Refiner Petroleum Product Prices*. Washington D.C.: EIA. Recuperado de https://www.eia.gov/dnav/pet/xls/PET_PRI_REFOTH_DCU_NUS_M.xls
- EP Petroecuador (2012). *Informe Estadístico de la Industria Hidrocarburífera Ecuatoriana 1972-2012*. Quito: EP PETROECUADOR
- EP Petroecuador (2019). *Precios de venta en los terminales de EP Petroecuador a comercializadoras*. Quito: EP PETROECUADOR.

Recuperado de <http://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/ESTRUCTURA-DE-PRECIOS-OCTUBRE-20162.pdf>

Fondo Monetario Internacional. (2020). *IMF Primary Commodity Prices*. Washington D.C.: FMI. Recuperado de http://www.imf.org/external/np/res/commod/External_Data.xls

Organización de Países Exportadores de Petróleo (2019). *Annual Statistical Bulletin*. Viena: OPEP. Recuperado de http://www.opec.org/opec_web/flipbook/ASB%202016/ASB%202016.html#3/z

Reglamento Sustitutivo al Reglamento para la Regulación de los Precios de los Derivados de Hidrocarburos (2005). Decreto Ejecutivo 338.

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2002). Estadística Hidrocarburífera 2001. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=80&force=0>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2003). Resumen de la Estadística Hidrocarburífera 2001. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=81&force=0>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2003). Estadística Hidrocarburífera 2002. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=83&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2003). Resumen de la Estadística Hidrocarburífera 2002. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=82&force=0>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2004). Estadística Hidrocarburífera 2003. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=84&force=0>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2004). Resumen de la Estadística Hidrocarburífera 2003. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=85&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2005). Estadística Hidrocarburífera 2004. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=75&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2005). Resumen de la Estadística Hidrocarburífera 2004. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=76&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2006). Estadística Hidrocarburífera 2005. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=69&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2006). Resumen de la Estadística Hidrocarburífera 2005. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=70&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2007). Estadística Crudo 2006. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=72&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2007). Estadística Derivados 2006. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=71&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2007). Resumen de la Estadística Hidrocarburífera 2006. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=73&force=0>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2008). Estadística Crudo 2007. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=62&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2008). Estadística Derivados 2007. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=64&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2008). Resumen de la Estadística Hidrocarburífera 2007. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=67&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2009). Estadística Crudo 2008. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=60&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2009). Estadística Derivados 2008. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=61&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2009). Resumen Ejecutivo de la Estadística Hidrocarburífera 2008. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=58&force=1>

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2010). Estadística Crudo 2009. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=56&force=1>

- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2010). Estadística Derivados 2009. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=55&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2010). Informe Ejecutivo de la Estadística Hidrocarburífera 2009. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=54&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2011). Estadística Crudo 2010. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=52&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2011). Estadística Derivados 2010. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=49&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2011). Informe Ejecutivo de la Estadística Hidrocarburífera 2010. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=50&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2012). Estadística Crudo 2011. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=40&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2012). Estadística Derivados 2011. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=42&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2012). Informe Ejecutivo de la Estadística Hidrocarburífera 2011. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=43&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2013). Estadística Crudo 2012. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=37&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2013). Estadística Derivados 2012. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=38&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2013). Informe Ejecutivo de la Estadística Hidrocarburífera 2012. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=39&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2014). Estadística Crudo 2013. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=376&force=1>

- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2014). Estadística Derivados 2013. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=377&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2015). Estadística Crudo 2014. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=893&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2015). Estadística Derivados 2014. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=894&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2015). Informe Ejecutivo de la Estadística Hidrocarburífera 2014. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=895&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2015). Mapa de Bloques Petroleros. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/mapa-de-bloques-petroleros/>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2016). Estadística Hidrocarburífera Crudo 2015. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=1309&force=1>
- Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (2016). Estadística Hidrocarburífera - Derivados 2015. Quito: SHE. Recuperado de <http://www.she.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php>

Convocatoria para artículos del Boletín “Petróleo al día 28”

El Boletín “Petróleo al día” del Observatorio de Energía y Minas es una publicación de economía que pertenece a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (FACEA), de la Universidad de Las Américas (UDLA) en Quito, Ecuador.

En su vigésima octava convocatoria, el Boletín “Petróleo al día” prevé su publicación en septiembre del 2022 e invita a la presentación de documentos que cumplan con las siguientes características:

- Los documentos enviados deben atender a los formatos generales y específicos indicados en la Política Editorial, así como en las Normas de Publicación del Boletín “Petróleo al día”. Disponible en: www.observatorioenergiayminas.com/normas
- En cuanto a la recepción y decisión de publicar o modificar los documentos recibidos, los documentos seguirán lo dispuesto por la Política Editorial. Disponible en: www.observatorioenergiayminas.com/politica
- De manera general, se priorizarán los documentos propios del autor e inéditos, no publicados con anterioridad, que no estén pendientes de revisión y publicación en otras revistas.
- Los temas que se priorizan en la convocatoria son aquellos relacionados con el sector hidrocarburífero, minero y energético nacional e internacional. Los documentos se apegarán a la siguiente extensión en caracteres con espacios:
 - Artículo de investigación: De 15.000 a 30.000
 - Ensayo: De 8.000 a 15.000
 - Análisis coyuntural: De 3.000 a 8.000

La fecha de recepción de trabajos se cerrará el 15 de agosto de 2022. Para más información, dirigirse a oem.ciee@udla.edu.ec



Observatorio de
Energía y Minas



www.observatorioenergiayminas.com