

REVIEW / ARTÍCULO DE REVISIÓN

Experiencias en el uso de energía renovable en la República del Ecuador Experiences in the use of renewable energies in the Republic of Ecuador

Julio Gómez-Assan, Rosa Ajila-Freire

DOI. 10.21931/RB/2021.06.03.29

Resumen: La tendencia a nivel mundial es utilizar energía renovable para depender menos de los combustibles fósiles y a su vez minimizar la contaminación ambiental, el Ecuador y sus gobiernos han realizado esfuerzos para generar este tipo de energía para contribuir a la matriz productiva del mismo. El objetivo de este estudio es determinar los proyectos y cambios que ha tenido la producción tanto de energía primaria como de energía renovable durante los años 2008 y 2018. El estudio se lo realizó a nivel mundial y de país; en lo que respecta al país se identificó experiencias del uso de energías renovables, se recopilaron datos para su respectivo análisis a nivel internacional y nacional, nos centramos en las principales obras de energía renovable funcionando y en proyectos dentro del proceso transformador de la matriz productiva energética del Ecuador. Para la elaboración de esta revisión bibliográfica se recopilaron artículos, folletos, libros pertinentes y relevantes publicados en los últimos 10 años. Se eligieron fuentes con datos originales y se descartó las que dependían de éstas. En el ámbito ecuatoriano, se determinó el valor del kilovatio instalado según la fuente de energía, su capacidad instalada y la energía producida. No hemos avanzado en proyectos de energía maremotriz y geotérmica.

Palabras clave: Centrales, energía, eólica, fotovoltaica, geotérmica, renovable.

Abstract: The global trend is to use renewable energy to rely less on fossil fuels and minimize environmental pollution; Ecuador and its governments have made efforts to generate this energy to contribute to its productive matrix. This study aims to determine the projects and changes that production of both primary energy and renewable energy has had during 2008 and 2018. The study was conducted globally and as a country; regarding the country, experiences of the use of renewable energies were identified, data were collected for their respective analysis at the international and national levels, we focused on the leading renewable energy works in operation and on projects within the transformative process of Ecuador's energy production matrix. Articles, brochures, relevant and relevant books published over the past 10 years. Sources with unique information were picked, and those that relied upon them were wrecked. In the Ecuadorian ambit, the estimation of the kilowatt introduced by the source and fuel, its introduced limit, and the energy created is resolved. We have not progressed on geothermal flowing energy projects.

Key words: Power plants, energy, wind, photovoltaic, geothermal, renewable.

Introducción

A nivel mundial, el consumo de energía provenientes de combustibles fósiles en el 2005 era del 80,7%, en el 2015 hubo un ligero descenso llegando a 79,6%. El uso de combustibles renovables y residuos combustibles en el 2005 estaba en el 8,1% de la demanda total de energía y ha experimentado un descenso, llegando al 3,9% en el 2015¹. En el Ecuador, la explotación petrolera empezó en el año 1970 lo que provocó la modernización de su economía y un mayor crecimiento económico, por lo tanto, una creciente demanda de energía. En el año 2008, se produjeron 185000 kBEP mientras que en el 2018 fue de 189000 kBEP². Según un informe del 2015 de la Fundación Empresa & Clima ubicada en España, se indica que las emisiones totales en el mundo en el año 2014 fueron de 32.000 millones de toneladas de CO₂, con un aumento del 0,8% respecto al año anterior. La principal actividad emisora es la generación de electricidad y calor, con el 42%, seguida de industrias manufactureras y de construcción con el 19% y del transporte por carretera con el 17%³. El objetivo de esta investigación es dar a conocer la producción de energía renovable a nivel mundial y a nivel local en los últimos años, así como los principales proyectos, su capacidad instalada. A nivel país, los principales proyectos ejecutados, sus costos de ejecución y una comparación del valor de la inversión por kW instalado tomando como ejemplos cuatro proyectos de diferente energía. Adicionalmente determinar proyectos de energía hidráulica que están en fase de estudio o construcción.

Panorama Mundial

La producción de energía primaria entre el 2008 y 2018 ha aumentado, salvo el caso de la energía nuclear. Ver tabla 1, cuyas unidades están en mega toneladas de petróleo (Mtoe)⁴. Siendo la energía eléctrica un elemento de suma importancia en la sociedad actual, puesto que es una de las variables necesarias para el desarrollo industrial de los países, así como para el bienestar de los pueblos, por lo que se hace conveniente mantener la continuidad en la prestación del servicio eléctrico.

Fuente	2008	2018
Petróleo	4085	4496
Gas	2589	3265
Carbón	3383	3838
Biocombustible	1154	1327
Eólica-Solar	89	286
Hidráulica	275	362
Nuclear	712	706
Total Mtoe	12287	14276

Tabla 1. Producción de energía primaria mundial de los años 2008 y 2018. Fuente: tomado de la página web de International Energy Agency, Datos y Estadísticas (4)

La producción de energía eléctrica a partir de las diferentes fuentes de energía ha aumentado del 2008 al 2018, a excepción de la producida por energía nuclear y petróleo. Ver tabla 2⁴.

La energía renovable se ha establecido como la fuente

Generación electricidad por fuente	2008	2018
Carbón	8249	10159
Gas	4375	6150
Petróleo	1036	783
Nuclear	2733	2710
Hidráulica	3286	4325
Eólica	170	1273
Biocombustible	218	518
Fotovoltaica	11	554
Residuos	67	118
Geotérmica	64	88
Otras fuentes	25	34
Solar térmica	0,6	11
Maremotriz	0,4	1
Total TWh	20235	26724

Tabla 2. Generación mundial de electricidad por fuente. Fuente: tomado de la página web de International Energy Agency, Datos y Estadísticas (4)

principal de generación de electricidad y entre ellas, la que predomina es la hidroeléctrica, se ha mantenido estable su participación, siendo del 16% en el 2008 como en el 2018, del total de producción de electricidad⁴. Sí de esta información, sólo analizamos la producción de energía eléctrica, sin incluir a las centrales hidroeléctricas, entre esos mismos años, obtenemos un incremento del 433%¹ en unidades de TWh, siendo las de mayor crecimiento las energía eólica y fotovoltaica. Esta producción de energía va de la mano con la capacidad instalada que en el 2008 fue de 280 GW y en el 2018 de 1246 GW, lo que representa un aumento del 345%^{5,6}. Del total de la capacidad de la energía renovable, la hidráulica representó en el 2018 el 47,6%.

Los países con mayor potencia instalada son China, Brasil y Canadá⁷. China cuenta con una capacidad de 322 GW y posee tres centrales hidroeléctricas entre las diez más grandes del mundo por potencia instalada, en primer lugar, está la de Tres Gargantas que posee 22,5 GW⁸. Le sigue Brasil.

La energía eólica terrestre (proyectos ubicados en el continente) ha crecido a pasos agigantados en los últimos 20 años, convirtiéndose en una fuente principal de energía limpia y competitiva en todo el mundo, la capacidad total de energía eólica a nivel mundial ahora supera los 651 GW en el 2019. En términos de capacidad instalada, los tres principales mercados a finales de 2019 son: China, Estados Unidos y Alemania⁹. El parque eólico de Gansu, es el más grande del mundo, ubicado en China con una capacidad de 8 GW⁹.

La eólica marina (proyectos ubicados en la superficie del mar), está desempeñando un papel cada vez más importante en la conducción de instalaciones eólicas mundiales⁹, al momento cuenta con una capacidad instalada de 29,1 GW¹⁰. El parque Walney Extension tiene una capacidad de 659 MW, está situado en el mar de Irlanda, a unos 19 kilómetros de la costa de la isla de Walney (Reino Unido), posee 189 turbinas¹¹.

En el 2017, la electricidad generada a partir de la biomasa, es la tercera después de la hidráulica y eólica¹². Los mayores productores a partir de los biocombustibles y residuos en el 2017 fueron: China con 92923 GWh, Estados Unidos con 70656 GWh y Brasil con 52255 GWh sin embargo; por capacidad instalada, en primer lugar, está Brasil con 14,5 GW, Estados Unidos con 12,86 GW y tercero está China con 11,2 GW¹³.

La tecnología solar fotovoltaica es una de las principales

alternativas para afrontar decididamente la problemática energética global¹⁴. En el 2018, la capacidad instalada en el mundo fue de 485 GW y los países que tienen la mayor capacidad instalada son: China con 175 GW, le sigue Japón con 55 GW y en tercer lugar aparece Estados Unidos con 51 GW. En la India se ubica el más grande parque solar llamado Bhadla con 2,2 GW, le sigue el proyecto Pavagada Solar Park de 2 GW, también ubicado en la India y en tercer lugar está el parque solar en el desierto de Tengger en China, con una capacidad de 1,5 GW¹⁵.

Por último, nombraremos a la electricidad cuyo origen sea del tipo geotérmica, la capacidad instalada en el mundo, en el 2019 fue de 13,9 GW, donde los principales países con capacidad instalada son: Estados Unidos con 2,5 GW, Indonesia con 2,1 GW y Filipinas con 1,9 GW. Llama la atención que estén estos dos países, Indonesia año a año, ha venido incrementando su capacidad, considerando que poseen el 40% del potencial geotérmico del mundo, pero no se ha desarrollado del todo bien, alcanzando sólo el 6%¹⁶.

Energía en Ecuador

En el 2010, las centrales termoeléctricas representaban (generan energía a base de combustibles fósiles) el 54% de la potencia efectiva en MW, mientras que las centrales hidráulicas/renovables era del 46%¹⁷, ver figura 1.

Este panorama cambia y en el 2019, las termoeléctricas caen al 35,01% y las hidráulicas/renovables suben al 64,99%.

Ecuador tiene como recurso energético primario principal los combustibles fósiles, el petróleo con sus derivados y gas natural llegando al 83,8% y sólo el 16,2% proviene de energías renovables. A continuación, se indica el de participación de centrales eléctricas de acuerdo a su tipo en el 2010¹⁸.

Proyectos de energía eólica

En el año 2007, se inauguró el primer parque eólico en la isla San Cristóbal del Archipiélago de Galápagos, con una potencia instalada de 2.4 MW¹⁹. En el 2019, la producción total de energía fue de 86 GWh. En la provincia de Loja se encuentra el parque eólico más alto del mundo, Villonaco, que abastece el 25% de la energía que demanda la provincia²⁰. En la tabla 3, se puede apreciar los principales parques eólicos que se encuentran operando y en construcción, dando como resultado una capacidad instalada de 21.15 MW. Dos parques están ubicados en las Islas Galápagos y uno en la provincia de Loja.

Parques eólicos	Potencia (MW)	Estado
Isla san cristóbal	2,40	Operativo
Isla Santa Cruz-Baltra	2,25	Operativo
Villonaco-Loja	16,50	Operativo
Minas Huaschachaca-Loja	51,70	En construcción

Tabla 3. Principales parques Eólicos del Ecuador.

Proyectos de energía solar

Ecuador debido a su ubicación geográfica puede utilizar la energía solar durante todo el año. La energía solar se utiliza principalmente para usos térmicos como calentamiento de agua y climatización de edificios y para la generación de electricidad a base de paneles fotovoltaicos.

La radiación solar global promedio en su territorio fluctúa entre 4.1 y 4.9 kWh/m²/día²¹. La energía fotovoltaica dio sus primeros aportes en el año 2005 fluctuando entre 10 y 30 MWh hasta el año 2006, luego hubo un aumento a 60 MWh en el año 2011, llegando a 38 GWh en el 2019. En el año 2011, el Conelec por medio de la regulación 004/11, determinó el tratamiento para la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales para centrales menores a

Consumo de energía por sector (Mtep)

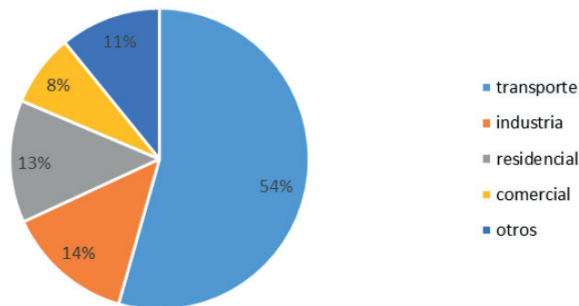


Figura 1. Consumo de energía por sector en el 2010 en Ecuador.

Porcentaje de participación de centrales eléctricas por tipo

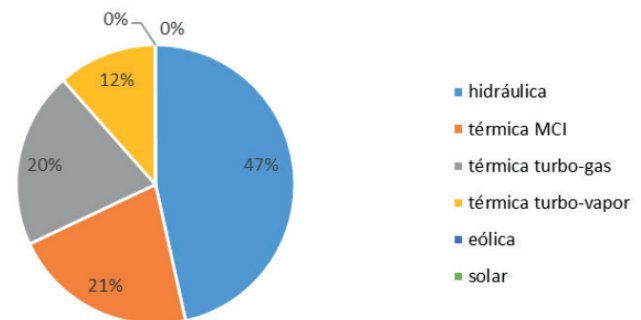


Figura 2. Porcentaje de participación de centrales eléctricas de acuerdo a su tipo en el 2010.



Figura 3. Parque eólico de Villonaco ubicado en la provincia de Loja, foto tomada de la página web de Celec Gensur, galería.

50 MW. Bajo esta regulación, a las generadoras fotovoltaicas se les cancelará 40.03 c USD/KWh en el territorio nacional y 44.03 c USD/KWh en la región insular²². Actualmente, este tipo de energía tiene una potencia efectiva de 26.74 MW. Los principales proyectos de energía solar a base de paneles fotovoltaicos se indican en la tabla 4.

Planta	MW
Galápagos-Pto Ayora	1,5
Galápagos Baltra	0,2
Pimampiro	1
Imbabura-Tren Salinas	2
Imbabura Salinas	1
Total	5,7

Tabla 4. Principales proyectos fotovoltaicos en el Ecuador.

Proyectos de energía de la biomasa-biogás

El proyecto San Carlos de cogeneración entró en funcionamiento en el 2005, se convirtió en el primer proyecto de este tipo del país, en lograr un registro internacional, en la Organización de las Naciones Unidas, como proyecto de mecanismo de desarrollo limpio²³. En el año 2019, la potencia efectiva de este tipo de energía fue de 142.90 MW y la producción de energía llega a 455 GWh. Los principales proyectos de este tipo de energía se muestran en la tabla 5.

Proyectos de energía hidráulica

Ecuador es el país con la más alta concentración de ríos por kilómetro cuadrado en el hidroeléctrica, que es la base del cambio de matriz energética iniciado en el gobierno anterior. La cordillera andina es la línea divisoria de aguas entre la cuenca hidrográfica del río Amazonas, que discurre hacia el este, y del océano Pacífico, que incluye los ríos Mataje, Santiago, Coca, Esmeraldas, Chone, Guayas y Jubones, entre otros²⁰. Este tipo de energía primaria incrementó su participación, pasando del 1% en 1970 a casi el 4% en la actualidad. En el 2006, la capacidad instalada era de 3300 MW, alcanzando los 5073 MW en el 2018. La producción de este tipo de energía es 24.665 GWh. En la tabla 6 se observa la potencia nominal de cada fuente renovable.

Las principales centrales hidroeléctricas que están funcionando se muestran en la siguiente tabla (Tabla 7) con su respectiva potencia en MW.

Entre los principales proyectos que se encuentran en construcción están el Zamora-Santiago que aprovechará las aguas del río Zamora, se estima una potencia superior a los 3000 MW; el Paute-Cardenillo que constituye el peldaño final del desarrollo integral de la cuenca del río Paute, tendrá una capacidad instalada de 595 MW; el Mazar-Dudas que captará las aguas del río Mazar, se espera obtener una potencia instalada del 20,82 MW, se encuentra en la provincia de Cañar y Quijos que tendrá una potencia instalada de 50 MW, aprovechará las agua del mismo nombre en la provincia de Napo,

Planta	Potencia MW	GWh	Fuente
Ecoelectric Valdez	36,5	76,64	Bagazo de caña
San Carlos	35	133,86	Bagazo de caña
IANCEM-Ibarra	3		Bagazo de caña

Tabla 5. Principales plantas de energía de biomasa-biogás en Ecuador

Energía	Potencia MW	Participación
Hidráulica	5073	96,20%
Eólica	21	0,40%
Fotovoltaica	27	0,52%
Biomasa	144	2,74%
Biogas	7	0,14%

Tabla 6. Potencia nominal instalada según tipo de energía en Ecuador.

Central	Potencia MW
Coca Codo Sinclai	1500
Paute	2600
San Francisco	270
Pucará	219
Agoyan	156
Delsitanisagua	180
Manduriaco	65
Total	4990

Tabla 7. Centrales hidroeléctricas en funcionamiento en Ecuador.

la obra tiene un 46% de avance²⁴. En la tabla 8 se muestran algunos de los proyectos que todavía no entran en operación, con la potencia y energía estimada.

Proyectos de energía geotérmica

La exploración geotérmica se inició en el Ecuador hace más de 30 años con el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), sin embargo, fue cerrada en 1993, debido principalmente a los bajos precios del petróleo, a la falta de un marco regulatorio y a la no disponibilidad de un capital inicial de riesgo²⁵. El Ecuador al estar ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico posee un potencial térmico estimado de 1700 MW, es decir, un poco más que la potencia de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair. En la práctica, la utilización del recurso

Proyecto	Potencia MW	GWh/año
Zamora Santiago	3000	15000
Paute Cardenillo	595	
Mazar Dudas	20,82	125,3
Quinjos	50	355

Tabla 8. Proyectos hidroeléctricos (no terminados) del Ecuador.

Proyecto	Mwe
Tufiño-Chiles	138
Cachimbiro	113
Chalupas	283
Chacana	418
Total	952

Tabla 9. Principales proyectos geotérmicos del Ecuador.

geotérmico se limita a balnearios y piscinas termales. Se han realizado estudios de prefactibilidad en cinco proyectos. Los análisis definieron un potencial en cuatro zonas específicas: Tufiño-Chiles (frontera Ecuador-Colombia), Chalupas (Cotopaxi), Cachimbiro (Imbabura) y Chacana (Pichincha). En la siguiente tabla se indica la potencia estimada de cada proyecto.

El valor promedio de los estudios, perforación y entrada de operaciones oscila entre 15 millones y 25 millones USD. También se necesitan tres años para que la perforación de prueba proporcione los suficientes datos que permitan proseguir con el desarrollo del proyecto²⁶.

Proyectos de energía del mar

En el Ecuador aún no se ha aplicado a gran escala la generación de electricidad a través de este tipo de energía debido a la falta de interés de las entidades públicas²⁷. El perfil costanero de Ecuador por su extensión de 640 km motiva la búsqueda de un recurso energético en el Océano Pacífico. Según una investigación realizada por Juan S. Guamán, donde se indica que por la existencia de la corriente Sub-Superficial Ecuatorial del Pacífico se puede aprovechar la energía existente en esta corriente marina debido a su velocidad de 1.5 m/s, que es mayor al requerimiento mínimo de 1.0 m/s. Luego indica que, para reemplazar a una central termoeléctrica, se necesita una inversión de 85 millones USD²⁸.

Se ha realizado un sencillo cálculo, considerando valores de la inversión por proyecto terminado y la potencia instalada, se obtuvo la siguiente tabla, en donde se indica el costo de la inversión para obtener un kilovatio (kW) de potencia. Se tomaron como ejemplo cuatro proyectos.

Conclusiones

Para la producción de energía dependemos indiscutiblemente del petróleo y ese panorama no ha cambiado desde el auge petrolero del año 2000. El objetivo del gobierno anterior de cambiar la matriz energética del Ecuador, dio paso a la inauguración de más centrales hidroeléctricas, como la Coca Codo Sinclair de 1500 MW. Debido al subsidio al gas y a la gasolina no se avizora cambio para utilizar fuentes de energía renova-

Proyecto	Inversión (\$)	Inversión/Kw
Villanaco (eólico)	48,3 M	2930
Pimampiro (solar)	3,5 M	3500
San Carlos (biomasa)	No obtuvimos respuesta	
San Francisco (Hidraulico)	550 M	2030

Tabla 10. Inversión en dólares por kW instalado según el tipo de energía.

bles, especialmente en el sector del transporte y residencial. El aumento de la potencia nominal de la energía renovable se debe al financiamiento del Estado.

Estamos viviendo una época en que las empresas eléctricas garantizan la entrega de la energía debido a que no tenemos problemas de estiaje o sequía en las zonas donde se ubican las centrales, por lo tanto, la población urbana no siente la necesidad de adquirir otras fuentes de energía eléctrica. Finalmente, los esfuerzos estatales deben apuntar a aprovechar la energía geotérmica debido a su gran potencial térmico, así tendríamos otra fuente de energía sin depender de las hidroeléctricas.

Después de la energía hidráulica, sigue la producida por biomasa, luego la eólica. La primera y la tercera son inversiones y proyectos estatales, mientras que la segunda proviene de inversiones privadas. Parecería que la inversión estatal no apunta a los proyectos de celdas fotovoltaicas.

En la comparación de la inversión necesaria para instalar un kilovatio de potencia, no se obtuvo el valor del proyecto del Ingenio San Carlos, después de realizar las respectivas consultas en su página web.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la docente investigadora Lissenia Sornoza Quijije por sus valiosos aportes y ayuda incondicional para la culminar con éxito de este trabajo de revisión bibliográfica.

Referencias bibliográficas

1. World Bank Group [online]. Disponible en: <https://data.worldbank.org/topic/energy-and-mining>.
2. IIGE, "Balance Energético Nacional 2018", [on line]. Disponible en: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/5900-2>
3. A. de la Heras Abás, Informe de situación de las emisiones de CO2 en el mundo. Año 2014, Cataluña, Fundación Universitaria Iberoamericana, 2016, pp. 35.
4. International Energy Agency, Datos y Estadísticas, [on line]. Disponible en: <https://www.iea.org/data-and-statistics>
5. REN21, "Renewables Global Status Report: 2009" [on line]. Disponible en: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2009_Full-Report_English.pdf
6. REN21, "Renewables 2019 Global Status Report" [on line]. Disponible en: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf, ISBN 978-3-9818911-7-1
7. Sevilla, B. "Ranking mundial de los países con mayor potencia hidráulica instalada en 2018" [on line]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/641232/potencia-hidraulica-instalada-por-paises/#statisticContainer>
8. El Periódico de la Energía, "Las 10 hidroeléctricas más grandes del mundo" [on line]. Disponible en: <https://elperiodicode-la-energia.com/las-10-centrales-hidroelectricas-mas-grandes-del-mundo/>
9. Global Wind Energy Council [on line]. Disponible en: <https://gwec.net/global-wind-report-2019/>
10. Global Wind Energy Council, "Global Wind Report 2019", Rue Belliard 51-53 1000 Brussels, Belgium, 2020, pp. 41
11. Revista Muy Interesante, [on line]. Disponible en: <https://www.muyinteresante.es/tecnologia/video/¿Cuál-es-el-mayor-parque-eólico-marino-del-mundo?> (muyinteresante.es)
12. World Bioenergy Association, "Global Bioenergy Statistics 2019" [on line], pp. 15. Disponible en: https://worldbioenergy.org/uploads/191129%20WBA%20GBS%202019_HQ.pdf
13. International Renewable Energy Agency IRENA [on line]. Disponible en: <https://www.irena.org/bioenergy>
14. Power Technology, "Las plantas de energía solar más grandes del mundo", [on line]. Disponible en: <https://www.power-technology.com/features/the-worlds-biggest-solar-power-plants/>
15. Our World In Data, "Capacidad instalada de energía solar, 2018", [on line]. Disponible en: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>
16. Piensa en Geotermia, "Inversión geotérmica en Indonesia para llegar a \$1,7 billones en 2018" [on line]. Disponible en: <https://www.piensageotermia.com/inversion-geotermica-en-indonesia-para-llegar-a-1-7-billones-en-2018/>
17. Olade, "Panorama energético de América Latina y el Caribe 2020", 1ra. ed. Ecuador, 2020, pp. 137
18. Conelec, "Boletín estadístico sector eléctrico ecuatoriano 2010" [on line]. Disponible en: <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Estadística-Sector-Eléctrico-Ecuatoriano-2010.pdf>
19. Reve, "La energía eólica en Ecuador" [online]. Disponible en: <https://www.evwind.com/2010/08/11/la-energia-eolica-en-ecuador/>
20. eltelégrafo, "el parque eólico más alto del mundo en Ecuador" [online]. Disponible en: <https://www.eltelgrafo.com.ec/noticias/economia/4/parque-eolico-mas-alto-del-mundo-en-ecuador>
21. Corporación para la investigación energética, "Atlas solar solar del Ecuador con fines de generación eléctrica", Quito, 2008, pp. 10-46.
22. Conelec, "Regulación No. Conelec-004-11" [online]. Disponible en: https://regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/conelec_004_11_ernc.pdf
23. San Carlos, página Web, <http://www.sancarlos.com.ec/modulo-de-produccion-sostenible/cogeneracion-de-energia-electrica/>
24. Celec, [online]. Disponible en: <https://www.celec.gob.ec>
25. Reve, "La energía geotérmica en Ecuador" [online]. Disponible en: <https://www.evwind.com/2012/06/26/la-energia-geotermica-en-ecuador/>
26. A. García, "El uso de energía geotérmica se extiende por todo el planeta" [online]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/tendencias/energiageotermica-planeta-cop20-lima.html>
27. R. Rodríguez, M. Chimbo. "Aprovechamiento de la energía undimotriz en el Ecuador". Ingenius No.17, (Enero- Junio), pp. 24.
28. J. Guamán, J. Espinoza, E. Ribeiro. "Energía del mar para su integración en la matriz energética del Ecuador". Revista Mas-kana, pp. 314-317.

Received: 25 marzo 2021

Accepted: 10 julio 2021