

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL AUTOCONSUMO ELÉCTRICO EN ECUADOR Y ESPAÑA****Ordóñez A. J.\*, Sánchez E.\*\***

\* Facultad de la Energía, Universidad Nacional de Loja, Avda. Reinaldo Espinoza, Loja, 110110, (Loja) Ecuador, [angel.j.ordonez@unl.edu.ec](mailto:angel.j.ordonez@unl.edu.ec)

\*\*Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Universidad de Salamanca, Avda. Fernando Ballesteros, 2, Béjar, 37700, (Salamanca) España, [esh@usal.es](mailto:esh@usal.es)

<https://doi.org/10.34637/cies2020.3.5160>

**RESUMEN**

Con la disponibilidad de información referente a la legislación del autoconsumo vigente en Ecuador y España, se procede a realizar un análisis comparativo, enfocado a identificar directrices que contribuyan a mejorar su funcionamiento y posibiliten alcanzar un equilibrio entre: el estado, los proveedores, los distribuidores y los microgeneradores. Para alcanzar esta meta, en primer lugar, se presenta la situación de la generación y distribución eléctrica en los dos países. A continuación, se contrasta la legislación vigente para el funcionamiento de los sistemas de autoconsumo fotovoltaico. Los resultados del análisis presentan diferencias considerables, destacando la compensación de los excedentes, donde existe un mayor beneficio para el usuario final en la modalidad ecuatoriana, y una más estructurada legislación en la modalidad española. Finalmente, se desarrolla un análisis económico de los costes relacionados con el funcionamiento de los sistemas de autoconsumo en Ecuador y España.

**PALABRAS CLAVE:** Energía Solar, Autoconsumo Fotovoltaico, Eficiencia Energética, Generación y Distribución Eléctrica.

**ABSTRACT**

With the wide availability of information about self-consumption regulation in Ecuador and Spain, a comparative analysis will be developed, in order to identify guidelines to promote the performance of self-consumption and to reach and equilibrium between the state, utilities and prosumers. First, an outline of electrical generation and distribution will be presented. Then, normative for self-consumption will be compared. The results arising from analysis show important differences between the two countries, standing out the retribution of the surplus energy in Ecuador, and a more structured laws in Spain. Last of all, there will be presented an economic analysis of cost related with self-consumption.

**KEYWORDS:** Solar Energy, Photovoltaic Self-consumption, Energy Efficiency, Electrical Energy Generation and Distribution.

## INTRODUCCIÓN

La generación fotovoltaica actualmente es la forma más barata de producir electricidad en países que gozan de un buen recurso solar. Entre estos países se encuentran Ecuador y España, donde las reformas legislativas han permitido que sea un mecanismo legal y viable que permite obtener importantes beneficios económicos y ambientales, tanto a nivel residencial, comercial e industrial. En estos escenarios, para el caso de España, la potencia fotovoltaica para autoconsumo ha tenido un crecimiento considerable en el 2019, con la instalación de 459 MW, duplicando la potencia que fue instalada en el año 2018. Se estima que aproximadamente el 90% de esta nueva potencia fotovoltaica se encuentra destinada para sistemas conectados a red y el otro 10% para sistemas aislados (UNEF, 2020).

Este mecanismo de generación fotovoltaica, permite solventar parcial o totalmente la demanda energética de los usuarios de una manera más activa; además de facultar una generación más solidaria con el medio ambiente, al evitar la emisión de gases de efecto invernadero en el proceso de producción eléctrica. El incremento de su implantación permite a los países involucrar a los micro generadores en su transición energética, también se considera la posibilidad de una competencia que permite una mayor flexibilidad en el sistema eléctrico. Estos beneficios que ya se han alcanzado en algunos países, y que en otros se están empezando a identificar, dependen directamente de una correcta legislación que permita su adecuado diseño e implementación. Es aquí, que aprovechando la disponibilidad de información tanto en el marco jurídico como técnico que se tiene de los países de Ecuador y España.

La evolución histórica del autoconsumo eléctrico está siendo muy rápida, con un gran protagonismo de la tecnología fotovoltaica, debido principalmente a su reducción de costes, para el 2019 presenta una reducción del 77% en comparación al año 2010 (UNEF, 2020). La mayoría de las nuevas instalaciones fotovoltaicas hoy en día se encuentran conectadas a los sistemas de red eléctrica, esto permite que su producción no necesite coincidir con el consumo local. Analizando el impacto que estas instalaciones puede llegar a tener en el comportamiento energético, particularmente el de los hogares, se puede considerar que se está empezando a tener una cultura de consumo, dónde mediante al análisis de los datos de consumo eléctrico los usuarios tiendan a reducir su consumo, o planificándolo para que su mayor demanda se produzca durante la generación fotovoltaica (Luthander 2015).

El RD 244/2019 actualmente vigente en España, incorpora un reglamento para establecer las condiciones de la conexión a la red de las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo, destacando por ejemplo: establecimiento de modalidades de autoconsumo, forma de compensación de excedentes, forma de acceso y conexión a la red, consolida la derogación del conocido “impuesto al sol” establecido en el RD 900/2015. En un contexto muy diferente, en Ecuador actualmente se encuentra vigente la Regulación ARCONEL 003/2018, donde por primera vez se establece una regulación para el funcionamiento de sistemas de autoconsumo fotovoltaico, además, actualmente se encuentra en desarrollo un nuevo Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE) que se desarrolla a partir de la publicación de Ley Orgánica de Eficiencia Energética, donde es posible que se establezcan indicadores proyectados a 2030 que contribuirán al seguimiento de la implementación de sistemas de autoconsumo. Para presentar un análisis adecuado de la temática, la presente investigación se ha estructurado para, en primer lugar presentar los escenarios actuales en cuanto a generación y distribución eléctrica que se tiene en cada país; a continuación, se repasa la evolución de la legislación que se ha generado para regularizar el proceso de instalación y funcionamiento de los sistemas de autoconsumo fotovoltaico; finalmente, se realiza un análisis de los factores económicos involucrados en los procesos.

## GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

La generación de energía eléctrica de un país se encuentra condicionada por muchos factores: económicos, sociales, geográficos, políticos, entre otros. Es así como, analizando la situación de los sistemas eléctricos de Ecuador y España destacan varias diferencias importantes que tienen una incidencia directa sobre el usuario final de cada país.

Para el caso de Ecuador, la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) (Asamblea Nacional, 2015), conforma el sector eléctrico ecuatoriano en dos estructuras: institucional y empresarial de acuerdo con la información de la Tabla 1.

La energía entregada para el servicio público se encuentra conformada por diferentes tipos de energía, hasta diciembre de 2019 se estructuraba de la siguiente forma: hidráulica con 87,71%, biomasa con 0,69%, eólica con 0,32% biogás con 0,15%, fotovoltaica con 0,15%. En lo que corresponde al consumo de energía eléctrica, a finales del año anterior se conformaba por el consumo del sector “Residencial” que abarca el 30,79%, seguido por el consumo del sector “Industrial” con el 26,06%, el consumo del sector “Comercial” con 15,78%, alumbrado público con 5,56%, otros (no especificados) con 9,91% y finalmente con un 11,95% de pérdidas técnicas y no técnicas (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2020).

El panorama español es muy diferente, lleva ya más de dos décadas funcionando con un mercado liberalizado, que tuvo sus inicios en el año 1998. Años más tarde, en 2007, el sistema eléctrico español procedió a integrarse al sistema eléctrico portugués parte del Mercado Ibérico de Electricidad (MIBEL), lo que permitió formar parte del Mercado Interior de la Energía de la Unión Europea. El funcionamiento del sistema eléctrico se puede consolidar en cuatro componentes, en primer lugar, están las empresas generadoras, con fuentes de generación destacando la energía nuclear, de ciclo combinado, eólica e hidráulica; a continuación, se encuentra el componente de transporte que está a cargo de la Red Eléctrica de España (REE), después están las distribuidoras y finalmente las comercializadoras. El coste del kWh y la cantidad de energía eléctrica que se va a vender o a comprar se determina a partir de un punto de equilibrio entre la oferta y la demanda, para esto la REE en base a sus algoritmos de predicción puede establecer con un elevado porcentaje de exactitud la demanda para cada hora del día. A partir de la demanda prevista se realizan subastas con un sistema marginalista.

Tabla 1. Estructuras que conforman el sector eléctrico ecuatoriano

<b>Estructura Institucional</b>	
<b>Institución</b>	<b>Descripción/ Funciones</b>
Ministerio de Electricidad y Energía Renovable	Tiene entre sus funciones, elaborar planes de desarrollo y políticas sectoriales que permitan el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos. Además, es el encargado de evaluar que la regulación y control se cumplan para estructurar un eficiente servicio público de energía eléctrica.
Agencia de Regulación y Control de Electricidad, ARCONEL	Es el organismo técnico administrativo encargado del ejercicio de la potestad estatal de regular y controlar las actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica y el servicio de alumbrado público general, precautelando los intereses del consumidor o usuario final.
Operador Nacional de electricidad, CENACE	Actúa como operador técnico del Sistema Nacional Interconectado (S.N.I.) y administrador comercial de las transacciones de bloques energéticos, responsable del abastecimiento continuo de energía eléctrica al mínimo costo posible.
Institutos Especializados	El ministro de Energía y Recursos Naturales No Renovables al amparo del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, puede proponer al señor Presidente de la República, la creación de institutos especializados enfocados a la investigación científica y tecnológica, así como de innovación y desarrollo en energía renovable y eficiencia energética.
<b>Estructura Empresarial</b>	
<b>Institución</b>	<b>Descripción/ Funciones</b>
Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP	Es una entidad estatal que se encarga de la generación y transmisión de la energía eléctrica en el país. Agrupa a las empresas de generación termoeléctrica, hidroeléctrica y eólica de propiedad Estatal. Maneja 81% de capacidad instalada en generación y el 100 % de la transmisión.
Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP.	Empresa pública encargada de la Comercialización y la Distribución de la región Costa del país. Incorpora a diez empresas de comercialización y distribución. Atiende aproximadamente al 36% de los clientes a nivel nacional, y realiza la facturación del 32% de la energía.

Visualizando el comportamiento de la demanda energética que tiene cada país (véase figura 1 a)), se puede identificar que el consumo en España a partir del 2017 ha empezado un descenso, esto puede ir relacionado con diferentes factores, donde destacan: la disminución de consumo eléctrico por parte de las industrias, disminuyendo la tasa de retroceso interanual hasta el entorno del -4,8% (Red Eléctrica España, 2020); aumento de la eficiencia energética; y el incremento en la instalación sistemas de autoconsumo fotovoltaico, que para ese año alcanzó los 135 MW incrementándose en un 145% con relación al año anterior (55 MW en 2016), y alcanzando los 459 MW para el año 2019. Por otro lado, el consumo en Ecuador ha ido en aumento, pero las energías renovables se han estancado en un porcentaje donde a diciembre de 2019 la energía renovable representa un 78,19% del total de la producción de energía con 23 492,97 GWh, de esta producción se entregó para el servicio público 23 492,97 que representa el 89% del total de energía entregada (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2020).

Ecuador tiene una posición privilegiada desde el punto de vista geográfico y de recepción de la energía solar, dado que, la radiación incide de forma casi perpendicular en su superficie durante todo el año, lo cual no ocurre en otros lugares del planeta (Romero & Flores, 2019). Es por esto, que el Ecuador tiene relativamente una constante de insolación solar, aproximadamente presenta una irradiación solar anual de 1,786 kWh/m<sup>2</sup>, menor al obtenido en España que por ejemplo en la localidad de Madrid reporta un 2017,02 kWh/m<sup>2</sup> de irradiación anual (European Commission, 2020), los comportamientos de irradiación para el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos por país presentan grandes diferencias a lo largo del año, como se puede visualizar en la Fig. 1 b).

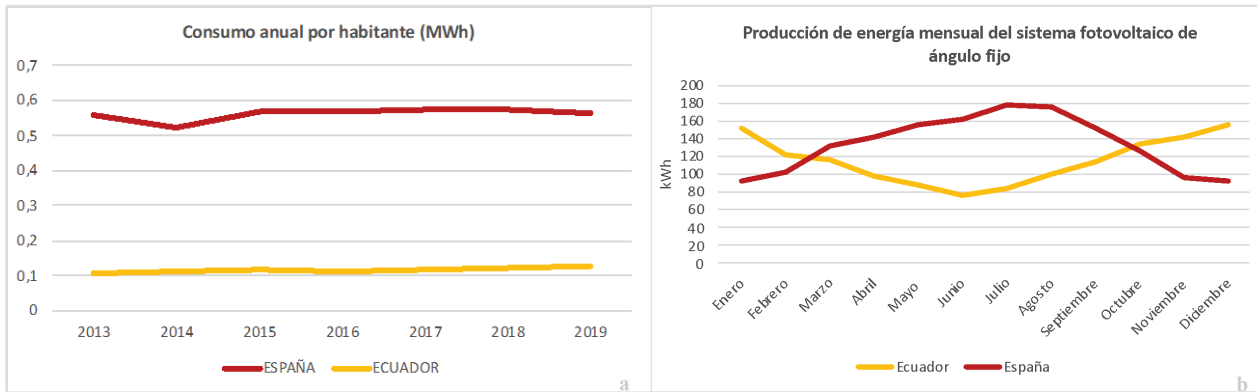


Fig. 1. a) Consumo anual aproximado por habitante. b) Producción de energía mensual del sistema fotovoltaico en España y Ecuador (European Commission, 2020).

### LEGISLACIÓN VIGENTE

El RD 244/2019 actualmente vigente en España, incorpora un reglamento para establecer las condiciones administrativas, técnicas y económicas de los sistemas de autoconsumo fotovoltaico; además, consolida la derogación del conocido “impuesto al sol” establecido en el RD 900/2015, y suprimido por el RD 15/2018. Por otro lado, en Ecuador, la legislación existente es muy joven, inició oficialmente en el año 2018 mediante la regulación ARCONEL/003/18, que establece las condiciones técnicas, comerciales y legales para que los usuarios puedan implementar instalaciones de generación fotovoltaica con un límite 500kW, esta regulación es consolidada mediante la entrada en vigor de la “Ley de Eficiencia Energética” publicada en marzo del 2019. Los resultados del análisis presentan diferencias considerables, sobre todo al momento de realizar la compensación de los excedentes, donde existe un mayor beneficio para el usuario final en la modalidad ecuatoriana, y una más estructurada legislación para el diseño e implementación de estos sistemas en la modalidad española.

En lo que corresponde a las competencias de los entes involucrados en el proceso técnico y legislativo de la generación, distribución y generación eléctrica, para el caso de Ecuador, su entorno legislativo se encuentra conformado por una estructura institucional que se presenta en la Tabla 1. Las instituciones más importantes del sector eléctrico son: (a) el Ministerio de Electricidad y Energías Renovable (MEER) se encarga de generar la política energética y es responsable del desarrollo de programas de energías renovables en el Ecuador; (b) la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) se encarga de regular aspectos técnico-económicos y operativos de las actividades relacionadas con el servicio público de energía eléctrica; (c) la Corporación Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) es la entidad encargada de la administración técnico y comercial del sector eléctrico mayorista del Ecuador, encargada del despacho de electricidad en el país.

En contraste, la regulación española para la instalación y funcionamiento de sistemas fotovoltaicos ha ido evolucionando a lo largo de los años con la publicación de diferentes normas que finalmente consolidaron el Real Decreto 244/2019 que se encuentra vigente en la actualidad. Esta legislación partió de la publicación del Real Decreto 1110/2007 que aprobó el “Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico”, a partir de este punto, varios decretos posteriores permitieron complementar la legislación vigente de acuerdo a la información que se presenta en la Tabla 2. Finalmente, el 5 de abril de 2019, se aprueba el nuevo Real Decreto 244/2019, que regula las condiciones del funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo. Este decreto, ha supuesto un gran impulso a las instalaciones fotovoltaicas en edificaciones.

Tabla 2. Desarrollo del Decreto Real vigente que regula el autoconsumo.

Decreto/Ley	Descripción
Real Decreto 1110/2007	Realiza la aprobación de un reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
Real Decreto 1699/2011	Establece la regulación de la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
Ley 24/2013	Establece las condiciones administrativas, económicas y técnicas de las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica.
Real Decreto 1048/2013	Dispone la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
Real Decreto 900/2015	Determina a partir de la Ley 24/2013, la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
Real Decreto 15/2018	Presenta medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, destacando el reconocimiento del derecho a autoconsumir energía eléctrica sin cargos, es decir, se deja sin efecto al conocido “impuesto al sol”.
Real Decreto 244 2019	Prescribe las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

A continuación, se procede a realizar un análisis comparativo de la legislación vigente sobre la implementación de sistemas de autoconsumo fotovoltaico en los países de España y Ecuador: Tabla 3.

Tabla 3. Análisis de legislación española y ecuatoriana referente al autoconsumo fotovoltaico.

ITEM	ESPAÑA	ECUADOR
Referencia	<b>Real Decreto 244/2019,</b>	<b>Regulación Nro. ARCONEL - 003/18,</b>
Fecha	05 de abril de 2019.	22 de octubre de 2018.
Entidad	Ministerio para la Transición Ecológica.	Agencia de Regulación y Control de Electricidad.
Definición	<b>Artículo 3,</b> “Se entenderá por autoconsumo, el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos”.	No se encuentra especificado en la regulación.
Modalidades de autoconsumo	<b>Artículo 4</b> 1. Autoconsumo sin excedentes. 2. Autoconsumo con excedentes 2.1. Acogidos a compensación. 2.2. No acogidos a compensación.	La regulación plantea una sola modalidad de autoconsumo, denominada: “Sistema de Microgeneración Fotovoltaica (uSFV)”.
Autoconsumo Colectivo	Sí. Grupo de consumidores que se alimentan, de forma acordada, de energía eléctrica que proviene de instalaciones de producción próximas a las de consumo.	No habilita esta posibilidad, solo se permite el autoconsumo en la propia vivienda y/o edificación donde se encuentra instalado el sistema.
Renovación	Permanencia (en la modalidad de autoconsumo) de mínimo un año, prorrogable de forma automática.	Cumplidos los 20 años de funcionamiento, no se permitirá la renovación de este, y se debe proceder a la desconexión del uSFV.
Análisis para compensación	Autoconsumo con excedentes en las instalaciones con potencia inferior a 100 kW. Se habilita un mecanismo de compensación simplificada que consiste en un saldo en términos económicos de estos flujos energéticos. Además, la regulación no permite una facturación con saldo negativo, que pueda ser considerado en la emisión de la siguiente factura.	La empresa de distribución realizará el balance neto mensual de energía entregada y consumida por el consumidor con uSFV dentro de los 10 primeros días del siguiente mes. La energía entregada por el consumidor a la red de baja tensión se considerará como crédito de energía a favor del consumidor que se pasa al siguiente mes y así sucesivamente.
Período de reseteo de compensación	El periodo de reseteo será mensual, a partir de la emisión de la factura al mes correspondiente.	La regulación establece que el crédito de compensación por la energía entregada a la red eléctrica puede acumularse hasta por dos años, luego de este tiempo se resetea el

	No obstante, existe la posibilidad de vender el excedente a través de un representante en el mercado.	crédito a cero e inicia nuevamente el cálculo.
Requisitos de medida y gestión de la energía	- Para todos los tipos de sistemas de autoconsumo: se requiere de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera. - Para sistemas de autoconsumo compartido y sistemas de autoconsumo individual con excedentes no acogida a compensación se deberá contar adicionalmente con equipo de medida que registre la generación neta.	El distribuidor deberá seleccionar e instalar un “sistema de medición que tenga la capacidad de medir el flujo en ambos sentidos”.
Fallas en los dispositivos de monitoreo	No se establece en la regulación vigente.	Los apartados <b>15.2</b> y <b>16</b> del <b>Capítulo III</b> , establecen que el consumidor debe notificar cualquier anomalía que observe en los equipos de medición en un plazo máximo de 24 horas. Posterior, la empresa de distribución dispone de hasta máximo 60 días para solucionar la falla en el equipo de medición.
Sistemas sin necesidad de permisos de acceso y conexión	El Real Decreto determina que los sistemas de producción inferiores a 15 kW, que se encuentren en suelo urbanizado, no requerirán el permiso de acceso y conexión para su funcionamiento. Adicionalmente, también estarán exentas las instalaciones que incorporen un dispositivo de antivertido.	Se establece que los consumidores de sistemas uSFV que son utilizados solo para autoconsumo no se encontrarán condicionados por las disposiciones de la regulación emitida.

Uno de los principales factores que influye en la penetración de los sistemas de autoconsumo, es el proceso de legalización de un sistema de autoconsumo fotovoltaico, es así como, para casos donde los procesos se vuelven complejos y extensos en tiempo, los posibles promotores pueden desistir de su implementación. Para el caso de Ecuador y España tenemos grandes diferencias en este aspecto, dado que mientras en Ecuador se tiene que gestionar con empresas públicas, en el caso de España se debe realizar trámites que involucran sectores privados y públicos (IDAE, 2019). Para analizar de mejor forma el proceso se ha elaborado un "time line" para cada país: Figs. 2 y 3.

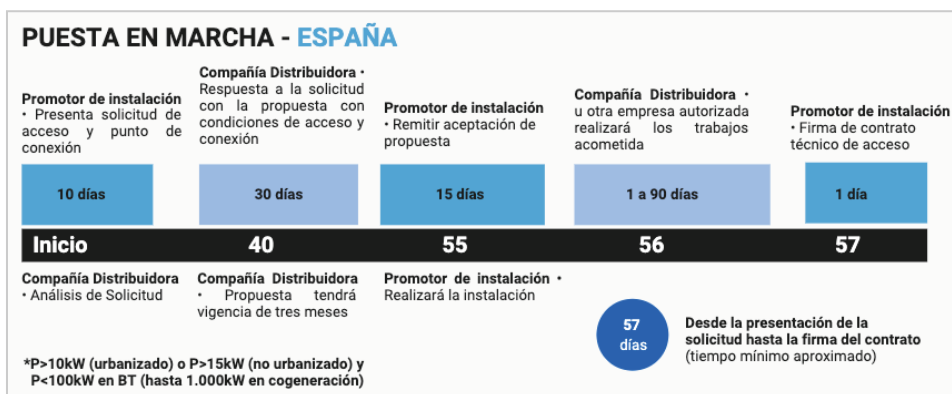


Fig. 2. Línea de tiempo de la duración del proceso de diseño y legalización de un sistema de autoconsumo en España.

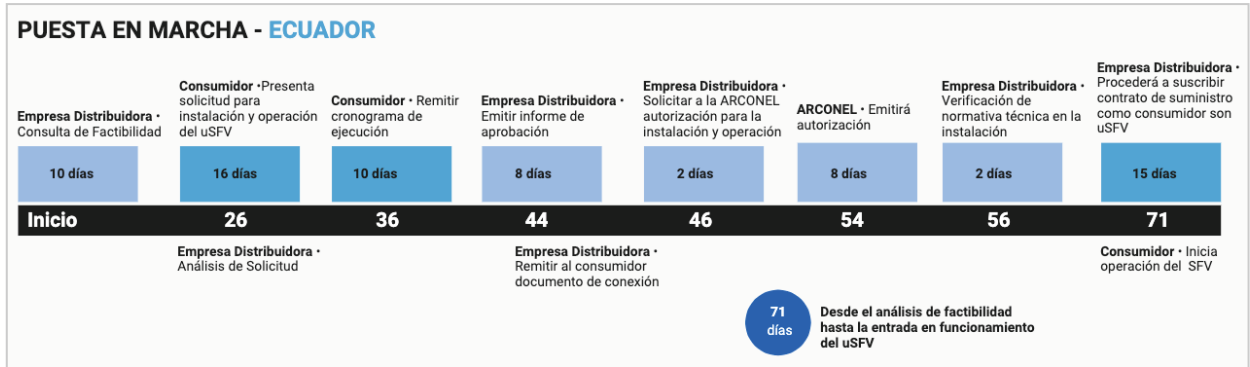


Fig. 3. Línea de tiempo de la duración del proceso de diseño y legalización de un sistema de autoconsumo en Ecuador.

### SITUACIÓN ECONÓMICA

Para entender la situación económica del sistema eléctrico en cada país y su evolución con respecto al autoconsumo, en primer lugar, procedemos a establecer los ítems considerados al momento de realizar la facturación eléctrica correspondiente.

En Ecuador, la facturación del servicio público se realiza mediante la suma de rubros que corresponden a: energía, potencia, pérdidas en transformadores, comercialización y penalización por bajo factor de potencia (ARCONEL, 2019). Cada uno de estos ítems es variable de acuerdo con las características del consumidor. De manera general el coste que se debe cancelar (USD) se lo obtiene mediante la Ec. (1).

$$FSPEE = E + P + PIT + C + P_{BFP} \quad (1)$$

Donde:

$FSPEE =$  Factura por servicio público de energía eléctrica – USD

$E =$  Facturación de Energía – USD

$P =$  Facturación de Demanda – USD

$P =$  Facturación de Demanda – USD

$PIT =$  Pérdidas en transformadores – USD

$P_{BFP} =$  Penalización por bajo factor de potencia – USD

Para fijar estos valores, las empresas eléctricas establecen los montos de acuerdo a su entorno dónde se considera principalmente la población y su situación geográfica, es así que por ejemplo, la Empresa Eléctrica de Quito, capital del Ecuador y que abarca la ciudad con más densidad poblacional tiene los valores más bajos por energía eléctrica (USD/kWh), por otro lado, las empresas eléctricas de la Región Costa son las únicas que realizan presentan dos tablas de costes por la variación de su clima a lo largo del año (ARCONEL, 2019). Todos estos valores tienen una vigencia de un año comenzando desde el primer día de enero hasta el último día de diciembre, para el caso del sector residencial en el año 2020 los valores que se manejan en Ecuador son: Tabla: 4.

Tabla 4. Tarifas para el consumo eléctrico de baja y media tensión para el 2020 (Ecuador)

Empresa Eléctrica Quito S.A.			CNEL - Galápagos		
Rango de Consumo: Nivel de Voltaje	Energía: Bajo y Medio Voltaje (USD/kWh)	Comercialización (USD/Consumidor)	Rango de Consumo	Energía: Bajo y Medio Voltaje (USD/kWh)	Comercialización (USD/Consumidor)
1 – 100	0,078 - 0,081	1,414	1 – 100	0,091 - 0,093	1,414
101 – 200	0,083 - 0,097		101 – 200	0,095 - 0,097	
201 – 300	0,099 - 101		201 – 300	0,099 - 0,101	
300 – 500	0,103 - 0,105		300 – 500	0,103 - 0,105	
501 – 700	0,1285		501 – 700	*0,105/0,1285	
701 – 1500	0,1450 - 0,1709		701 – 1500	0,1450 - 0,1709	
1501 – 3500	0,2752 - 0,4360		1501 – 3500	0,2752 - 0,4360	
Superior	0,6812		Superior	0,6812	

\* diciembre a mayo el kWh tiene un valor de \$0,105; junio a noviembre el kWh tiene un valor de \$0,1285.

Año a año, el precio de la electricidad en España ha ido en aumento, esto ha presentado un gran problema para los consumidores, que con el pasar del tiempo van incrementando su necesidad energética para el desarrollo de sus

actividades cotidianas. Este panorama ha permitido que el mercado tenga un entorno más competitivo, es así como, actualmente existen cinco principales empresas comercializadoras de electricidad: Endesa, Iberdrola, Gas Natural Fenosa, EDP y Compañías de luz Repsol. Estas empresas cumplen la función de generar, distribuir y comercializar la electricidad para todo el territorio español. En lo que corresponde a la distribución, es importante destacar que es establecida a partir de un concurso previo, realizado por el gobierno español, dónde actualmente lideran el mercado de distribución las empresas Iberdrola y Endesa. Esto se debe a que desde el 2014, se liberalizó el mercado de energía eléctrica, por lo que el precio del kWh paso a depender de la oferta y la demanda, a excepción que se desee contratar un valor fijo por su consumo. La facturación eléctrica se estructura por diversos parámetros que inciden en el valor final que se debe pagar, ya sea de manera mensual, bimensual o trimestral de acuerdo con la elección del consumidor. En primer lugar, se tienen la potencia eléctrica contratada; a continuación, se tiene el consumo que se basa en el precio del kWh que representará la cantidad de energía consumida por el cliente multiplicado por el valor correspondiente; adicionalmente se incluyen tres impuestos: (a) Tasa por el alquiler del contador eléctrico; (b) Impuesto sobre la Electricidad, fijado por el gobierno en el 5,11269632%, que se aplica al total de energía (potencia contratada y consumo); (c) IVA, aplicado por el gobierno y que representa un 21%.

Completando la información con respecto a la liberación del precio del kWh, actualmente existen diferentes costes de acuerdo con la elección del cliente final:

- Precio Voluntario al Pequeño Consumidor, es un precio regulado, vinculado al coste de la electricidad en el mercado mayorista, existiendo tres modalidades: 2.0 A sin discriminación horaria, 2.0 DHA con dos periodos de discriminación horaria, 2.0 DHS con dos periodos y orientada a la recarga de vehículo eléctrico (Red Eléctrica de España, 2020).
- Tarifa libre, el precio es fijado por las comercializadoras, el cliente tiene la libertad de escoger la oferta que se adapte a sus necesidades.
  - o Tarifa anual fija, el cliente negocia con la comercializadora, se pagará el mismo valor en cada una de las facturas.
  - o Tarifa por horas, el precio varía según la hora del día.
  - o Tarifa fija, el precio del kWh es fijo

Los resultados de instalaciones entre 10kW y 100kW en España dan como resultado para el LCOE valores comprendidos entre 7,9c€ y 4,5c€ para una producción anual en torno a 1400kWh/kW.

## ANÁLISIS

La información sobre el funcionamiento de la generación y distribución eléctrica en ambos países, presenta grandes diferencias, que inciden directamente en la viabilidad de instalaciones de autoconsumo; por ejemplo, mientras en Ecuador se manejan subsidios que varían en función del consumo mensual (300 kWh al mes equivale a 10,46 centavos de dólar por kWh), en España, por otro lado, la retribución varía en base a la licitación diaria establecida a partir de la proyección de consumo para el día siguiente (ESIOS).

Por otro lado, las normativas vigentes en ambos países presentan grandes similitudes, sobresaliendo la española, debido a su evolución a lo largo de los años (inicia en 2013 con la Ley 24/2013 (Gobierno de España, 2013)), mientras la ecuatoriana, es muy reciente (inicia en 2018 con la Regulación Nro. Arconel 003/18 (ARCONEL, 2018)). Entre los puntos claves en este análisis, se encuentra la forma de retribución para la energía entregada a la red eléctrica de baja/media tensión; en Ecuador se obtiene un saldo a favor por cada kWh entregado a la red, que será descontado del total de kWh consumidos de la misma red, sin ninguna condición adicional; en España, el panorama difiere, la retribución es monetaria, y varía en base a las zonas horarias en las que se realiza la entrega de energía a la red.

Finalmente, el análisis económico y funcional presentó varias similitudes y diferencias. Entre los aspectos más importantes tenemos: el coste de la energía fotovoltaica producida en Ecuador es de 0,065 USD/kWh tomando valores del sector privado para un sistema de 10kW; mientras, en España está en torno a 0,06€/kWh para un sistema del mismo tamaño, calculando el LCOE según K. Branker (Branker et al, 2011). Es importante considerar, que estos valores se contrastan con el valor del kWh que paga el usuario y permiten establecer el retorno y viabilidad económica de los sistemas fotovoltaicos. En este aspecto, las tarifas eléctricas en el Ecuador son establecidas y aprobadas por el directorio de la empresa pública ARCONEL, mediante la emisión del pliego tarifario el último mes de cada año, estas tarifas tiene una duración de un año calendario, iniciando del el primer día de enero hasta el último día de diciembre del siguiente año, adicionalmente se considera que el costo de la instalación y diseño es inferior al que existe en el mercado europeo. Por otro lado, el precio del kWh en España depende del mercado en el que el cliente tenga contratado el suministro eléctrico. Desde el año 2014, el precio del kWh del mercado regulado o precio de la luz por horas es establecido a través del mercado mayorista. El precio del kWh en el mercado libre, se encuentra definido por cada compañía, el cliente posee la capacidad de seleccionar con qué comercializadora contratar el suministro eléctrico.



## CONCLUSIONES

El análisis comparativo permitió identificar que existe una viabilidad técnico-económica para las instalaciones de autoconsumo en ambos países. Por un lado, en Ecuador, a pesar de tener costos elevados de compra de dispositivos para la instalación, presenta una viabilidad económica procedente del sistema de retribución por la energía entregada al sistema eléctrico, donde cada kWh entregado se resta del total del consumo de la planilla eléctrica del mes. En otro panorama, en España, se tiene costos muy inferiores de los dispositivos de instalación que se ven contrarrestados por el bajo precio del excedente, la viabilidad en este caso se da en el ahorro producido por el autoconsumo.

Las regulaciones vigentes permitieron identificar los parámetros fundamentales de su evolución, que les permitieron equilibrar un escenario donde, tanto los microgeneradores (hasta 100kWp), como los distribuidores de energía puedan obtener beneficios del funcionamiento de los sistemas de autoconsumo. Es así como, para las futuras actualizaciones en la normativa y legislación en Ecuador, se plantean sugerencias para mejorar su naciente regulación, donde, por ejemplo, aún no se considera sistemas de autoconsumo compartido, ni la variedad de modalidades de autoconsumo existente en España.

La viabilidad económica de los sistema de autoconsumo, se encuentra directamente relacionado con el coste del kWh, para el caso de España el precio de la luz en España se ha visto incrementado en un 50% durante los 10 últimos años, lo que ha permitido un escenario económico favorable para la implemementación de sistema de autoconsumo. Por otro lado, el precio del kWh en Ecuador, plantea un escenario dónde, existe una viabilidad económica para usuarios que presentan un consumo alto de energía eléctrica.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a la Fundación Memoria de D. Samuel Solórzano Barruso por la ayuda para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (2020). Balance Nacional de Energía Eléctrica a diciembre 2019. Retrieved March 11, 2020, from <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/balance-nacional/>
- ARCONEL. (2018). Regulación Nro. ARCONEL - OO3/18. 71. Retrieved from <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/11/ARCONEL-003-18MICROGENERACION.pdf>
- ARCONEL. (2019). Pliego Tarifario Para Las Empresas Eléctricas de Distribución - Servicio Público de Energía Eléctrica.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2015). Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. Registro Oficial, Quito.
- CNMC. (2020). Circular 3/2020. Retrieved from <https://www.boe.es/boe/dias/2020/01/24/pdfs/BOE-A-2020-1066.pdf>
- European Commission. (2020). JRC Photovoltaic Geographical Information System. Retrieved March 11, 2020, from [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)
- Government of Spain. (2013). Ley 24/2013, de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico. Boe, 310, 105198–105294. Retrieved from <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/27/pdfs/BOE-A-2013-13645.pdf>
- IDAE. (2019). Guía profesional de tramitación del autoconsumo. 2.1, 143. Retrieved from <https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo>
- K. Branker, M. J. M. Pathak, J. M. P. (2011). A Review of Solar Photovoltaic Levelized Cost of Electricity. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 15, 4470–4482. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.104>

Luthander, R., Widén, J., Nilsson, D., & Palm, J. (2015). Photovoltaic self-consumption in buildings: A review. *Applied Energy*, 142, 80–94. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.028>

Ministerio de Industria, E. y T. (2015). Real Decreto 900/2015. Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-10927-consolidado.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica. Real Decreto 244/2019. , Pub. L. No. Real Decreto 244/2019, 35674 (2019).

Red Eléctrica de España. (2020). Término de Facturación de Energía Activa del PVPC. Retrieved March 10, 2020, from <https://www.esios.ree.es/es/pvpc>

Red Eléctrica España. (2020). Evolución sectorial de la demanda de electricidad en grandes consumidores - no73 enero 2020. Retrieved from [www.ree.es](http://www.ree.es)

Romero, J., & Flores, J. (2019). Estudio e implementación de un sistema de micro generación solar fotovoltaico para autoconsumo (caso de estudio considerando la regulación Nro. ARCONEL003/18). Universidad de Cuenca, Cuenca.

Tarifas Energía. (2020). Precio de la luz: Información y tarifas. Retrieved March 5, 2020, from <https://www.tarifasenergia.com/precio-de-la-luz/>

Unión Española Fotovoltaica. (2019). Informe anual 2019. El sector fotovoltaico impulsor de la transición energética. 126.

Unión Española Fotovoltaica. (2020, February 5). La nueva regulación permite el despliegue del autoconsumo en España – UNEF. Retrieved March 10, 2020, from <https://unef.es/2020/02/la-nueva-regulacion-permite-el-despliegue-del-autoconsumo-en-espana/>