



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.**

AUTORES:

Israel Nicolas Salazar Salazar

Luis Felipe Dorfflinger Cepeda

TUTOR:

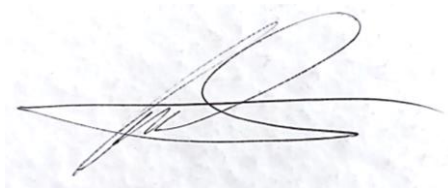
Ing. Juan Fernando Iñiguez Izquierdo

Análisis comparativo de transformadores
fabricados nacionalmente e importados para
construcción de una electrolinera

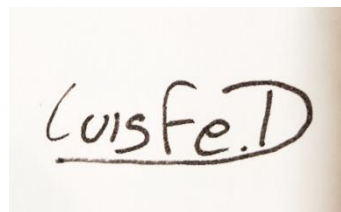
CERTIFICACIÓN

Nosotros, Israel Nicolás Salazar Salazar y Luis Felipe Dorfflinger Cepeda, declaramos bajo juramento, que el trabajo de investigación realizado es de nuestra autoría; que el mismo no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado a conveniencia, según lo establecido en el reglamento de la Ley de propiedad Intelectual.



Israel Nicolas Salazar Salazar



Luis Felipe Dorfflinger Cepeda

Yo, Juan Fernando Iñiguez Izquierdo, certifico que conozco a los autores del presente trabajo de investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Juan Fernando Iñiguez Izquierdo

DEDICATORIA

Yo, Israel Nicolas Salazar Salazar, quiero dedicar este trabajo de investigación presentado como proyecto de titulación a mi familia que me apoyaron y brindaron la oportunidad de estudiar la carrera que he elegido para el sustento de mi futuro como profesional, especialmente a mis padres, que sin ellos no habría podido lograrlo sin su trabajo duro para poder darme este privilegio.

Yo, Luis Felipe Dorfflinger Cepeda, quiero dedicar este trabajo de investigación presentado como proyecto de titulación a mi familia ya que sin su apoyo constante no habría logrado estudiar la carrera que seleccione para poder desempeñar en mi futuro, dedico de forma especial este trabajo a mis padres y hermanos por su sacrificio constante para brindarme el apoyo necesario para culminar esta etapa.

AGRADECIMIENTO

Yo, Israel Nicolas Salazar Salazar, quiero agradecer a mi familia por siempre haber creído en mis capacidades y que siempre fueron el sustento que he necesitado a lo largo de esta etapa para seguir adelante. A mis padres principalmente por haberme dado la oportunidad de estudiar la carrera que yo he deseado y donde se ha deseado. A mis abuelos que gracias al fruto de su gran esfuerzo brindaron la educación para que mis padres puedan darme lo que al día de hoy ha sido demasiado. A mis amigos por haberme siempre acompañado y ayudado a lo largo de la carrera, donde supieron demostrarme lo que una amistad verdadera es y como saber valorarla. A las personas que a lo largo de la carrera entraron a mi vida y me dejaron enseñanzas muy gratas que al día de hoy me han hecho una persona mucho mas madura y centrada en mis metas.

Yo, Luis Felipe Dorfflinger Cepeda, quiero agradecer principal mente a mis padres y familia por todo este tiempo a mi lado y sacrificios que me permitieron avanzar con su gran apoyo en cada momento de este camino, además agradezco de forma muy especial a mi grupo de amigos que estuvieron a mi lado en cada momento tanto difícil como bueno desde el grupo del inicio de la carrera hasta el final de la misma, los cuales hasta el día de hoy se mantienen como una segunda familia, a mi novia que siempre me supo dar aliento y apoyo en esos momentos difíciles, ya que sin estas personas nada hubiera sido igual, muchas gracias.

Análisis comparativo de transformadores fabricados nacionalmente e importados para construcción de una electrolinera

Comparative analysis of transformers manufactured nationally and imported for the construction of a charging point

Israel Nicolás Salazar Salazar¹, Luis Felipe Dorfflinger Cepeda².

¹Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, issalazarsa@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

²Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, ludorfflingerce@uide.edu.ec, Quito - Ecuador

RESUMEN

El presente artículo científico analiza la factibilidad de la construcción dentro de un país de un transformador para electrolinera, versus la factibilidad de la importación. El método aplicado es el analítico, el cual consiste en incluir de manera específica y minuciosa varios elementos y características acerca de un tema de estudio para argumentar de manera precisa cual de todas las posibilidades resultará la más acertada a partir de la comparación de varios hechos. A partir de la investigación de varias opciones, proveedores y precios. Se evaluaron diferentes opciones acerca de la fabricación nacional de transformadores, que serán necesarios para la aplicación a las electrolineras. El estudio compara los distintos precios y ensambles sean nacionales o extranjeros para llegar a la mejor opción. Por medio de gráficos estadísticos y tablas se obtuvo un resultado más concreto y seguro. El artículo en cuestión presenta datos importantes para poder diferenciar varias opciones que el mercado ofrece para los transformadores. Gracias a la exposición de diferentes características, se pudo llegar a que la fabricación nacional es la mejor opción a comparación de la importación de estos transformadores ya que al ser nacional se tiene mayor seguridad y garantía de la fabricación de tal componente y tomando en cuenta otros factores el precio final sigue siendo el más viable.

Palabras clave: Factibilidad, Fabricación, Importación, Investigación, Gráficos estadísticos.

ABSTRACT

This scientific article analyzes the feasibility of the construction within a country of a transformer for a charging point, versus the feasibility of importation. The method applied is the analytical, which consists of including in a specific and meticulous way several elements and characteristics about a subject of study to argue precisely which of all the possibilities will be the most accurate from the comparison of several facts. From the research of various options, suppliers, and prices. Different options were evaluated about the national manufacture of transformers, which will be necessary for the application to the charging point. The study compares the different prices and assemblies, whether national or foreign, to reach the best option. By means of statistical graphs and tables, a more concrete and reliable result was obtained. The article in question presents important data to be able to differentiate several options that the market offers for transformers. Thanks to the exposure of different characteristics, it was possible to reach that the national manufacture is the best option compared to the import of these transformers since being national has greater security and guarantee of the manufacture of such a component and considering other factors the final price remains the most viable.

Key words: Feasibility, Manufacturing, Importation, Research, Statistical Graphs.

1. INTRODUCCIÓN:

A lo largo de la historia existen grandes avances en la tecnología especialmente en la industria automotriz. Muchos de estos cambios están enfocados en salvaguardar el medio ambiente. Hoy en día existen nuevos vehículos eléctricos o plug-in Hybrid; sin embargo, para utilizar estos vehículos en el día a día se requiere una infraestructura aplicable en el país. Por esta razón, a través de este artículo se evaluarán los costos implicados en la adaptación de transformadores para electrolineras en el Ecuador. Conocer los costos de fabricación e importación facilita la toma de decisiones sobre qué método es más viable para aplicar en el país.

Por consiguiente, los objetivos específicos de la investigación son los siguientes:

1. Establecer todos los tipos de transformadores aplicables a electrolineras.
2. Definir las diferencias entre dichos transformadores y compararlos.
3. Señalar los costos de producción tanto como de importación.
4. Definir mediante una comparativa de costos y aplicabilidad cuál de las dos opciones es más factible para el Ecuador.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

Los transformadores funcionan bajo el principio de la inducción electromagnética entre dos bobinas o devanados, situados a poca distancia entre ellos como se puede observar en la Figura 1. [1]



Figura 1. Disposición de bobinas de transformador.

Fuente. Fundación Endesa, 2021

El número de vueltas determinadas entre una bobina y otra pueden variar según la intensidad de la corriente que se necesite obtener posteriormente a la aplicación de una corriente alterna, es decir, si una bobina consta de más vueltas significa que recibe una mayor cantidad de corriente y que será transformada a una

menor corriente gracias al segundo devanado [2], a esto, se lo llama transformador reductor, si se desea lo contrario para ser un transformador elevador, el voltaje inducido en la segunda bobina incrementará tal corriente, para este caso de una electrolinera el tipo de transformación no será necesaria ya que se busca obtener un voltaje suficiente para cargar las baterías del auto, esto, depende del tipo de cargador que puede ser “standard” o de tipo “rápido”. [3]

Ahora, el transformador utilizado para este tipo de trabajo consta de un núcleo el cual es de una aleación ferromagnética, la cual funciona como un conducto por donde pasará el flujo de inducción al bobinado secundario por lo tanto significa que funcionará como una especie de filtro para la corriente, cabe destacar que este núcleo está conformado por varias placas eléctricamente aisladas para evitar el calentamiento y que el flujo sea lo más puro, para reducir las pérdidas de energía gracias al mencionado calentamiento. [2]

El transformador ideal para la construcción de una electrolinera que abastezca como máximo 3 puntos de carga es aquel que tiene 300kVA y que sea de tipo “Pad Mounted” o de “Pedestal”. [4]

El transformador que forma parte de una electrolinera consta de 3 elementos fundamentales los cuales son:

2.1. Inversor de corriente:

El principio de funcionamiento de un inversor de corriente es cambiar el voltaje de corriente continua (DC) a un voltaje de corriente alterna (AC), estos inversores forman una parte fundamental dentro de pequeñas aplicaciones hasta otras industriales como en el caso de una electrolinera. [5]

El inversor de corriente como su nombre lo dice trabajará gracias a la corriente alterna aplicada a una bobina, junto con la otra bobina principal crearán así un campo magnético que varíe según la corriente, estas bobinas dependen de la dirección de aplicación de la corriente, actuarán como un imán por lo tanto si se cambia la polaridad de la corriente, la dirección del campo a su vez también cambiará, cabe resaltar que la corriente variará según el volumen de la bobina. [6]

2.2. Rectificador de corriente:

El principio de un rectificador de corriente es cambiar la forma de la señal gracias a unos diodos existentes en su composición, donde se encargan de transformar la corriente alterna

(AC) a corriente continua (DC) los rectificadores de corriente existentes son 3, media onda, onda completa, monofásico y trifásico. El rectificador monofásico se refiere a que tiene una fuente de energía de únicamente 1 sola fase, mientras que los trifásicos son aquellos que tienen una fuente de alimentación de 3 fases lo que significa que pueden lidiar con mayor cantidad de corriente por esta razón, son mucho más eficientes que el rectificador monofásico. [7]

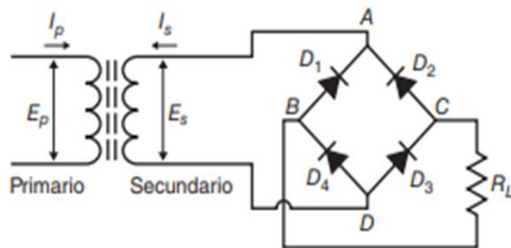


Imagen 2. Puente rectificador de diodos
Fuente. Electrónica aplicada, 2008

2.3. Filtro LCL:

Los filtros LCL son aquellos encargados de eliminar los armónicos existentes en la corriente que fue absorbida por un convertidor como por ejemplo un variador de frecuencia para un motor, para que tal filtro LCL funcione, se debe seguir ciertos principios como poner en serie-paralelo junto con condensadores, esto para filtrar la entrada de corriente posteriormente para que pase al convertidor. [8]

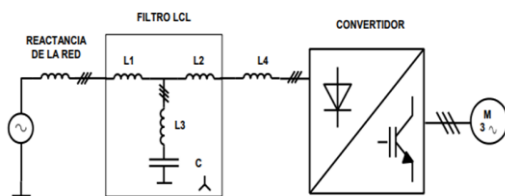


Imagen 3. Diagrama de combinación de un filtro LCL

Fuente. Circutor, 2009

2.3. Clasificación de Transformadores:

Conocer la clasificación de transformadores la cual forma parte fundamental para comprender su aplicación: [9]

- Por su operación:
 - Distribución
 - Potencia
- Por el número de fases:
 - Monofásico
 - Bifásico
 - Trifásico

- Por su uso:
 - Generación
 - Subestación
 - Distribución
- De instrumentación:
 - Potencial
 - Corriente
- Por las condiciones de servicio:
 - Interior
 - Intemperie

Los transformadores también al estar en continuo trabajo necesitarán de un proceso de enfriamiento, por lo que se detallarán los tipos de enfriamiento para transformadores: [10]

- OA: Estos son transformadores de enfriamiento natural por aire, sin embargo, también contienen un aceite el cual circula de forma natural por convección dentro del tanque.
- OA/FA: estos son un tipo de transformadores los cuales se encuentran sumergidos en un líquido cuya función es además del enfriamiento es ser un aislante, además de esto el transformador es enfriado por aire forzado.
- OA/FA/FOA: Estos son transformadores sumergidos en aceite aislante los cuales además tienen enfriamiento propio.
- FOA: Estos transformadores son una mezcla entre el enfriamiento de aire forzado y aceite.
- OW: Son transformadores cuyo enfriamiento está basado en la circulación de agua por el sistema.
- FOW: Son transformadores que ocupan un sistema mixto de enfriamiento, este consta de enfriamiento por aceite forzado con enfriamiento de agua forzado.
- AA: Estos son transformadores cuyo único método de enfriamiento es el aire.
- AFA: Estos transformadores utilizan un método de enfriamiento por aire forzado.
- AA/FA: Este tipo de transformador utiliza un método de enfriamiento tanto de aire natural como de aire forzado.

3. MATERIALES Y METODOS:

3.1. Materiales:

Para definir los materiales necesarios, es fundamental conocer las características que una electrolinera demanda en cuanto a su

transformador para poder brindar la carga que sea necesaria para abastecer a un extenso número de vehículos eléctricos o a su vez plug-in hybrid, las características esenciales a tomar en cuenta son: Si son autoprotegidos para evitar cualquier tipo de sobrecarga o exceso de temperatura, la potencia eléctrica en kilovoltiamperios (kVA), voltajes de entrada y salida, número de fases, etc.

Los transformadores presentados a continuación cuentan con características específicas para abastecer adecuadamente una estación de carga se da 1 hasta 3 cargadores, las cuales son que cuente con enfriamiento por aceite

Los transformadores fabricados por la empresa Ecuatran cuentan con los siguientes elementos en su composición:

- Fusible Bay-o-net
- Placa para goteo
- Indicador de nivel de aceite
- Indicador de temperatura de aceite
- Indicador de presión de aceite
- Bushing de soporte para bajo voltaje
- Soporte para tierra
- Selector de 5 tomas
- Bushing de soporte para alto voltaje
- Breaker
- Radiador
- Tanque de aceite

También Ecuatran nos ofrece una serie de accesorios que a largo plazo serán necesarios adquirir para realizar los mantenimientos, estos, son los siguientes:

- Portafusibles Tipo Bay-o-net
- Soporte de parqueo
- Soportes de izado
- Puesta a tierra del tanque
- Placa de características
- Bushing tipo pozo
- Válvula para llenado de nitrógeno
- Tapón para llenado
- Válvula de drenaje
- Seccionador
- Cambiador de derivaciones
- Puesta a tierra del neutro
- Bushing BT
- Válvula de sobrepresión
- Indicador de nivel de aceite
- Soporte de breaker de baja tensión

Cabe mencionar que la materia prima es importada como el acero al silicio, cobre, acero al carbono, etc. Para construcción de la caja de protección y demás cableado. Mientras que el

38% son componentes nacionales con mano de obra ecuatoriana.

3.1.1. Transformador Ecuatran:

El transformador de la empresa ecuatoriana Ecuatran y Altaten es un transformador que actualmente ya se encuentra en fabricación totalmente nacional, este transformador tiene características como ser de tipo pedestal, lo cual hace referencia a su carcasa metálica y ser autoprotegido por los sistemas de prevención de accidentes que posee. [11]

El transformador en cuestión es enfriado por aceite (sumergido), tiene una potencia eléctrica de 300kVA la cual se define como potencia ideal para ser utilizada en una electrolinera, consta con un voltaje nominal primario de 22860V y voltaje nominal secundario de 220V/127V. [12]



Imagen 4. Transformador Pad Mounted o de Pedestal ECUATRAN

Fuente. Brochure Pad Mounted Ecuatran

3.1.2 Transformador PROLEC:

El transformador PROLEC es un transformador proveniente de México, de igual manera es tipo pedestal solo que el voltaje nominal primario es más bajo, siendo de 13200V, pero el voltaje nominal secundario es igualmente de 220V/127V. [13]



Imagen 5. Transformador Prolec

Fuente. RTE transformadores eléctricos

3.1.3 Transformador Larson:

Este transformador es de origen americano, cuenta con la misma potencia de 300kVA, es autoprotegido, es enfriado por aceite, tiene un voltaje nominal primario de 12470V y el voltaje nominal secundario es de 220V/127V y es de tipo pedestal al igual que su competencia, pero presenta un mayor costo total. [13]



Imagen 6. Transformador Larson
Fuente. Larson Electronics

3.1.4 Transformador Daelim:

El transformador de marca Daelim es de origen chino con una potencia igualmente de 300kVA, voltaje nominal primario de 13460V y el secundario de 220V/127V, también es un transformador de tipo pedestal sumergido en aceite para su enfriamiento. [13]



Imagen 7. Transformador Daelim
Fuente. [14]

3.2. Método:

El método utilizado para este artículo de investigación es el analítico, el cual implica un proceso de carácter cognoscitivo, que usualmente considera en forma minuciosa, un objeto de estudio, el mismo que evalúa de forma separada cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual. Ya que esto va a permitir llegar a nuestro objetivo de una forma acertada en base a un buen argumento.

4. RESULTADOS:

En base a los estudios, proformas y comparaciones de distintas empresas fue posible determinar lo siguiente:

4.1. Valores a pagar consecuentes a la importación de transformadores:

Existen varios valores a considerar antes de importar distintos artículos de otros países, entre estos existen varios impuestos y valores agregados. Este proceso es realizado por medio de una empresa importadora llamada “Importa Importaciones” donde el valor del producto aumentará en concordancia con el porcentaje de ganancia definido por la empresa con la que se realice la importación.

Estos valores son los siguientes:

- AD-Valorem: Este es un impuesto basado en el valor total del producto y se lo considera como un impuesto fiscal.
- ARANCEL: Es un valor aplicado dispuesto a todo artículo de importación o exportación.
- ISD: Es el impuesto dado para la salida de divisas.
- FONDINFA: Es el impuesto conocido como fondo de desarrollo para la infancia, es aplicable a todo producto de importación.

4.2. Resultados obtenidos de la investigación:

El costo de importación de los transformadores varía según el país del cual es importado, de la misma forma los impuestos varían según el valor del producto.

4.2.1. Costo de transformadores según su origen:

Ubicación	Costo Transformador país de origen
México	\$9.044,17
USA	\$42.919,80
China	\$3.800,00
Ecuatran	\$9.803,57
Altaten	\$9.825,00

Tabla 1. Costo de Transformadores Según su origen.

Fuente. Empresa Importa Importaciones.

La siguiente tabla muestra el valor de venta dentro del país de origen.

4.2.2. Suma del valor agregado por la empresa:

Ubicación	Costo Transformador valor agregado empresa
México	\$9.056,00
USA	\$43.000,00
China	\$4.400,00
Ecuatran	\$0
Altaten	\$0

Tabla 2. Suma del valor agregado Empresa Importadora.

Fuente. Empresa Importa Importaciones.

La siguiente tabla muestra el valor del producto más el valor agregado de la empresa que realiza la importación:

4.2.3. Valor impuesto AD-VALOREM:

Ubicación	AD-VALOREM
México	\$1.358,40
USA	\$6.450,00
China	\$660,00
Ecuatran	\$0
Altaten	\$0

Tabla 3. Valor de impuesto AD-Valorem

Fuente. Empresa Importa importaciones.

Este impuesto representa el 15% del valor total otorgado por la empresa importadora.

4.2.4. Valor agregado Arancel:

Ubicación	ARANCEL
México	\$1.811,20
USA	\$4.300,00
China	\$440,00
Ecuatran	\$0
Altaten	\$0

Tabla 4. Valor de Aranceles para transformadores.

Fuente. Empresa Importa Importaciones.

La siguiente tabla muestra los aranceles que se dan para productos de esta índole el cual es del 10% del valor total otorgado por la empresa importadora.

4.2.5. Valor de impuestos ISD:

Ubicación	ISD
México	\$452,80
USA	\$2.150,00
China	\$220,00
Ecuatran	\$0
Altaten	\$0

Tabla 5. Valor de impuestos ISD

Fuente. Empresa Importa Importaciones.

Los valores de impuesto aplicado al ISD es de un total del 5% del valor Otorgado por la empresa importadora.

4.2.6. Valor del impuesto FONDINFA

Ubicación	FONDINFA
México	\$45,28
USA	\$215,00
China	\$22,00
Ecuatran	\$0
Altaten	\$0

Tabla 6. Valor de impuesto Fondinfa.

Fuente. Empresa Importa Importaciones.

Este valor representa un 0.50% del valor total otorgado por la empresa importadora.

4.2.7. Valor de transporte y logística

Ubicación	Transporte y Logística
México	\$3.962,67
USA	\$4.816,00
China	\$2.130,80
Ecuatran	\$180,00
Altaten	\$180,00

Tabla 7. Valores de logística y transporte.

Fuente. Empresa Importa Importaciones.

El valor de transporte y logística varía en gran cantidad dependiendo del lugar y del método de transporte, como se demuestra en la tabla a continuación:

Ubicación	Transporte y Logística
México	43,76%
USA	11,20%
China	\$2.130,80

Tabla 8. variación de precios por ubicación.

Fuente. Empresa Importa Importaciones.

Aquí se aprecia el porcentaje de variación de transporte comparado con el valor total otorgado por la empresa importadora, como se demuestra en la tabla 8, el valor total del artículo tendrá un agregado de acuerdo con el costo logística y transporte además del método.

4.2.8. Valor total del transformador sin el IVA:

Ubicación	ISD
México	\$16.686,35
USA	\$60.931,00
China	\$7.872,80
Ecuatran	\$9.983,57
Altaten	\$10.005,00

Tabla 9. Valor total del transformador sin IVA.

Fuente. Empresa Importa Importaciones, Empresa Ecuatran y Empresa Altaten.

Este es el valor total sin IVA de la importación de los transformadores, es decir que esta lleva la suma de todos los valores anteriores a excepción del valor del transformador dentro del país de origen.

4.2.9. Valor total incluido IVA nacional (12%):

Ubicación	ISD
México	\$18.688,71
USA	\$68.242,72
China	\$8.817,54
Ecuatran	\$11.181,60
Altaten	\$11.205,60

Tabla 10. Suma total de los Valores más IVA.

Fuente. Empresa Importa Importaciones, Empresa Ecuatran y Empresa Altaten.

Este es valor total para pagar por la Importación de los transformadores.

5. DISCUSIÓN:

Durante el periodo de investigación se determinó la factibilidad en precios de transformadores que posean la capacidad de abastecer a los puntos de carga y que cumpla con las exigencias, La misma deberá ser capaz de entregar la potencia máxima según la demanda del vehículo para poder completar los distintos tipos de carga. [10]

La selección del tipo se transformador se da según su capacidad máxima de potencia a partir de la necesidad de carga máxima general de una electroliner. [10]

TIPO	CONEXIÓN Y POTENCIA	AUTONOMIA TIEMPO DE RECARGA
LENTA	Monofásico hasta 3.6 KW	150 KM de 5 a 7 horas
SEMI-RÁPIDA	Trifásico hasta de 25 KW	150 km de 1 a 2 horas
RÁPIDA	Trifásico o en continua de hasta 50 kW	120 km de 20min
SUPER RÁPIDA	Trifásico o continua hasta 150 kW	250Km en 20min
ULTRA RÁPIDA	Mayor a 150 kW	--

Tabla 11. Potencia Requerida según tipo de carga.

Fuente. [10]

Por ende, la selección se ha realizado de acuerdo con la necesidad demostrada en la tabla 11, donde se lograron encontrar varias marcas y valores:

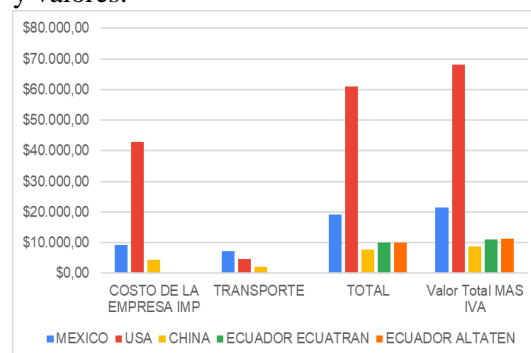


Gráfico 1. Grafica comparativa de valores de transformadores.

Fuente. Autores.

6. CONCLUSIÓN:

En conclusión los transformadores Ecuatran, Prolec, Larson, y Daelim son de tipo trifásico que representa la opción ideal para abastecer a una electroliner, donde todos cuentan con una potencia de salida de 300kVA, siendo esta la fuerza suficiente para abastecer a tres puntos de carga, pero, el transformador de la empresa Ecuatran cuenta con un voltaje nominal primario más elevado (22860V) a comparación de los otros existentes en el mercado (12400V-13400V), lo que significa que este recibe mayor tensión sin sobrecargar al sistema. En cuanto a construcción se refiere, todos los equipos a excepción del proveniente de China (Daelim) cuentan con su carcasa de protección para la intemperie debido a que estos son enfriados por aceite siendo más complejos, mientras que el de origen Chino es enfriado por aire siendo más simple, es por esto que su costo de venta es menor. El transformador fabricado localmente tiene un precio de \$11.181,60 siendo el segundo con más bajo costo mientras que los transformadores extranjeros representan un mayor gasto debido al transporte, impuestos, aranceles y mantenimiento. Al final, considerando los costos de fabricación el transformador ecuatoriano es el más viable a elegir debido a que representa menor inversión y ofrece garantía en el caso de ser necesario. [15]

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. L. Kosow, Máquinas Eléctricas y Transformadores, Barcelona: Reverté, S.A., 1975.
- [2] E. Harper, El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos, Limusa: Limusa S.A., 2004.
- [3] M. Saavedra Muñoz, «Universidad Piloto de Colombia,» 24 04 2019. [En línea]. Available: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5045>.
- [4] L. A. Q. Conde, «Repositorio Digital UNL,» 22 11 2018. [En línea]. Available: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/21521#:~:text=El%20dis%C3%B1o%20el%C3%A9ctrico%20de%20la,los%20cargadores%20de%20carga%20r%C3%A1pida..> [Último acceso: 17 01 2022].
- [5] J. H. Harlow, Electric Power Transformer Engineering, Boca Ratón: Taylor & Francis Group, 2012.
- [6] J. P. T. Muñoz, «Manual de operaciones y mantenimiento eléctrico del generador sincrónico de una unidad de generación de la central hidroeléctrica Paute Sopladora,» Universidad Técnica Saucediana de Cuenca, Cuenca, 2020.
- [7] P. Arnalatares, Tractores y Motores Agrícolas, Castelló: Mundi-Prensa Libros, S.A., 2000.
- [8] J. Balcells, Eficiencia en el uso de la energía eléctrica, Barcelona: Circutor S.A., 2011.
- [9] P. A. Pérez, Transformadores de distribución, Cuauhtémoc: Reverté S.A., 1998.
- [10] Henry Paul Barros Guiracocha, Luis Alfredo Ortega Ortega, «Análisis y diseño de la instalación eléctrica de una electrolínea en la ciudad de Cuenca,» Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2018.
- [11] Ecuatran, «TRANSFORMADORES PAD MOUNTED,» Empresa Ecuatran, Quito, 2021.
- [12] K. Rodríguez, *Cotización de Transformador Trifásico de distribución TIPO*, Quito, Pichincha, 2022.
- [13] I. Importaciones, *Cotización Transformador*, Quito, Pichincha, 2022.
- [14] Alibaba, «Alibaba.com,» 15 9 2021. [En línea]. Available: https://spanish.alibaba.com/product-detail/low-loss-oil-immersed-300-kva-10-0-4-kv-transformer-with-iec-standard-60742518045.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.7d9d602eZuSXQY.
- [15] S. A. A. Goya, «Estudio de factibilidad para la implementación de electrolíneas en el Distrito,» Universidad Internacional del Ecuador, Quito, 2017.
- [16] Empresa Ecuatran, «Transformador Trifásico de distribución TIPO PAD MOUNTED autoenfriado, sumergido en aceite; apto para trabajo continuo a la interperie a 3000msnm, con una variación de temperatura de 65°C sobre el ambiente,» ECUATRAN, Quito, 2022.
- [17] Almacén Altaten, «Transformador Trifásico Autoprotegido 300KVA; 22860V; 220V/127V,» ALTATEN, QUITO, 2021.

- [18] C. Estevez, «Proforma de importacion Mexico.,» Importa importaciones , Quito, 2022.
- [19] C. Estevez., «Proforma de importacion Estados unidos.,» Importa Importaciones., Quito, 2022.