

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**ELECTROMOVILIDAD: OPORTUNIDADES Y CONDICIONES PARA
SU DESARROLLO EN EL ECUADOR**

**ANÁLISIS DE LAS ESTACIONES Y PUNTOS DE CARGA PARA
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN
ELECTRICIDAD**

ÁLVARO SEBASTIÁN GARCÉS MEJÍA

alvaro.garces@epn.edu.ec

DIRECTOR: JOSÉ MEDARDO CADENA MOSQUERA

medardo.cadena@gmail.com

DMQ, Febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, ÁLVARO SEBASTIÁN GARCÉS MEJÍA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



ÁLVARO SEBASTIÁN GARCÉS MEJÍA

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por ÁLVARO SEBASTIÁN GARCÉS MEJÍA, bajo mi supervisión.

JOSÉ MEDARDO CADENA MOSQUERA
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

ÁLVARO SEBASTIÁN GARCÉS MEÍA

JOSÉ MEDARDO CADENA MOSQUERA

DEDICATORIA

A mi madre y padre, Guadalupe y Fernando, que me vieron dar mis primeros pasos, que siempre están ahí para regañarme si hago algo mal, que están para apoyare si me caigo y que siempre serán un ejemplo de fuerza y lucha.

A mis hermanos María Fernanda, Carolina y Fernando, que fueron a quienes acudía cuando algo se me dificultaba, cado uno es un ejemplo y me enseñaron mucho.

A mis amigos Andrés, Alexis, Kevin, Jonathan y Sebastián que fueron fundamentales en mi crecimiento y me apoyaron en cada paso que di.

A mis amigas Samantha, Elizabeth y Andrea que fueron mis pilares en un tiempo muy importante y muy duro para mí.

Y finalmente me lo dedico a mi yo de niño, porque nunca creí que podía hacerlo y muchas veces me rendí, dude de si realmente merecía estar donde estaba, a ese niño le digo:

“Lo lograste...”

Sebastián Garcés.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, que siempre fue un apoyo incondicional, una mujer que me enseñó la definición de la palabra fuerza, una mujer llena de amor que por más que el mundo se le vino encima siempre mostro una sonrisa y siguió adelante. Gracias padre, por mostrarme que con trabajo duro y honesto se puede salir adelante, que no es necesario nacer en una cuna de plata para poder llegar a tener cosas, por enseñarme y aconsejarme siempre y por ser mi papa. Te lo agradezco hermana Fernanda, me mostraste que aun cuando la gente dude de tus capacidades lo único que debes hacer es mostrar tu trabajo y dejar que él hable por ti. A mi hermana Carolina le agradezco todas las noches en las que tenía miedo y me ayudo a dormir, siempre estuvo pendiente de mi cuando era niño y fue como una segunda madre. Junior eres mi hermano mayor, siempre te admire y respete, te has logrado levantar aun con todo lo que viviste, siempre quise ser como tú. Ya ahora son madres y padres y no tengo la menor duda de que mis sobrinos tendrán un lindo hogar y crecerán de la mejor manera. A todos mis amigos que estuvieron ahí acompañándome en el camino.

Gracias por todo...

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	3
1.4.1 Automóviles Eléctricos.....	3
1.4.2 Baterías.....	4
1.4.3 Conectores.....	6
1.4.4 Módulos de carga.....	9
1.4.5 Seguridad.....	9
1.4.6 Impacto Ambiental.....	10
2 METODOLOGÍA.....	12
2.1 Electromovilidad en Latinoamérica.....	12
2.2 Electromovilidad en Ecuador.....	14
2.2.1 Puntos de Carga a nivel nacional.....	15
2.2.2 Instalación de un punto de carga.....	17
2.2.3 Guía de Instalación.....	18
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
3.1 Resultados	25
3.1.1 Análisis de la Realidad del País.....	25
3.1.2 Análisis General de la Estrategia Nacional de Electromovilidad y el Plan Nacional de Eficiencia Energética en el Ecuador.....	26
3.1.3 Aspectos Críticos y a seguir en el Ecuador.....	29
3.1.3.1. Incentivos y regulaciones a la Electromovilidad.....	29

3.1.3.2. Inversión.....	29
3.1.3.3. Difusión de la Electromovilidad	32
3.1.3.4. Diseño del Punto de Carga.....	30
3.1.3.5. Potencia del Punto de Carga por número de Módulos Instalados.....	31
3.1.3.6. Normas y estándares nacionales e internacionales.....	32
3.1.4 Instructivo de instalación.....	32
3.1.4.1. Ubicación.....	32
3.1.4.2. Cuadro de Datos del Módulo.....	33
3.1.4.3. Cálculos y estimaciones.....	34
3.1.4.3.1 Corrientes de Falla.....	35
3.1.4.3.2 Diseño de Puesta a Tierra.....	37
3.1.4.4. Construcción.....	41
3.2 Conclusiones.....	44
3.3 Recomendaciones.....	46
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

RESUMEN

En el presente documento de titulación, se presenta un resumen de la situación en la que se encuentra nuestro país en cuanto a la electromovilidad. Tenemos un resumen de las tecnologías que se usan en una estación de carga, también llamada electrolinera, desde el tipo de baterías que tienen los vehículos hasta los conectores que poseen. Las estrategias que se están implementando dentro de nuestro país son comparadas con las de sus vecinos y otros países de la región para identificar ajustes que puedan mejorarlas de acuerdo a nuestra realidad.

El análisis incluye una revisión a las cifras de incorporación de vehículos eléctricos en el parque vehicular y la información que se debe transmitir al público, para de manera progresiva tender a una penetración mayor de la electromovilidad

Finalmente terminaremos en una propuesta de diseño de un punto de carga, este será el resultado de haber analizado las diferentes problemáticas que presenta, la ubicación, el modelo de cargador, el mantenimiento y la operación que debe tener. El impacto ambiental que estos futuros proyectos tendrán en nuestro país desde la baja de emisión de gases de efecto invernadero hasta la generación de empleo y el ahorro que tendrá nuestro país al migrar de vehículos que consumen combustible fósil a vehículos eléctricos.

PALABRAS CLAVE: NOx (grupo de gases muy reactivos), PM 2.5 o materia partícula (partículas muy pequeñas en el aire que tienen un diámetro de 2.5 micrómetros), GEI (gases de efecto invernadero), electromovilidad, ENEM (Estrategia Nacional de Electromovilidad), PEE (Plan Estratégico de Electromovilidad), SCADA, ICE

ABSTRACT

In the present degree project, we will show how is the general situation of our country in regards of the electromobility. The document will present a summary of the technologies which are used in an EV charging station, also known as electrical station, since batteries types of the electrical cars to the plugs needed to charged them. Concerning to the strategies our country is applying we will compare them to the ones of our neighbor countries and others of the region to be able to modify them and improve them to our reality.

We will present an analysis of the electrical vehicles that are being incorporated in our country's vehicle park and the information that has to be distribute to the population, to make a progressive advanced applying the electromobility.

Finally, we will end this paper with a design proposal of the EV charging station, this after we analyse each and every problem this project will present: location, charge model, maintenance and operation. The environment hazards these projects will have in our country, to be able to lower our carbon footprint to developing jobs and the final savings our country will have because the change of regular vehicles to electric ones.

KEYWORDS: NO_x (very reactive gases group), PM 2.5 (very small particle in the air of 2.5 micrometers), GEI (greenhouse gases), electromobility, ENEM (Electromobility National Strategy), PEE (Electromobility strategy Plan), SCADA, ICE

1 INTRODUCCIÓN

El estudio de los puntos de carga para vehículos eléctricos es un tema poco explorado en nuestro país tanto desde el análisis de sus componentes y características técnicas, como de su implementación y puesta en marcha. Constituye una condición ventajosa para el Ecuador, tener la oportunidad de aprovechar la experiencia de otros países que evidencian mayores niveles de desarrollo de la electromovilidad. Si bien actualmente no existe un mercado que justifique la construcción de múltiples puntos de carga, existe una estrategia de electromovilidad nacional que se planea implementar en los siguientes años, para lo cual se necesitan estudios que hagan posible su implementación. Existen varias marcas y modelos de autos eléctricos en el Ecuador, y de manera aislada se han implementado puntos de carga, sea por iniciativa privada o de parte de algunas empresas distribuidoras, como es el caso de la Empresa Eléctrica Quito S.A.

El país está tomando en cuenta su huella de carbono y ha comenzado a dar pasos para disminuirla, presentando una estrategia para implementar algunas acciones, entre ellas la electromovilidad. Los compromisos que el mundo está tomando son el impulso que se necesita para implementar la estrategia mostrada. Cambiar nuestros vehículos de transporte urbano es uno de los primeros pasos en este plan.

La introducción de la electromovilidad pasa necesariamente por el desarrollo de infraestructura que facilite el acceso, a través de la incorporación de estaciones y puntos de carga, con el soporte necesario de una red de distribución acondicionada para este tipo de usos. El acceso también tiene connotaciones en el ámbito normativo y regulatorio, siendo éstas quizás las más importantes. La volatilidad de los precios internacionales del petróleo y de los combustibles, influenciados por aspectos que van más allá de las condiciones de mercado y se acercan más a las incertidumbres de la geopolítica global, constituyen sin duda un incentivo hacia la electromovilidad. Estos incentivos, adecuadamente aprovechados y complementados por políticas en el orden arancelario y tarifario, pueden constituirse en un elemento catalizador para la incorporación de la electromovilidad en el país.

1.1 Objetivo general

Realizar un análisis de las características técnicas y estándares para los centros de carga de vehículos eléctricos, tanto a nivel nacional como regional, para identificar los aspectos críticos a ser considerados para la selección e instalación de centros de carga como parte de una Estrategia de Electromovilidad.

1.2 Objetivos específicos

1. Realizar un análisis sobre la situación de los puntos de carga para vehículos eléctricos en el Ecuador y la comparación con otros países de la región que evidencian un mayor nivel de desarrollo en la penetración de la electromovilidad.
2. Analizar y estudiar los distintos elementos que conforman un punto de carga, incluyendo las normas aplicables.
3. Determinar los aspectos críticos a considerar para la instalación de puntos de carga y la normativa aplicable.
4. Preparar una guía para la definición de especificaciones técnicas de un centro de carga para futuros proyectos en el Ecuador.

1.3 Alcance

Este componente del proyecto estará enfocado al análisis de los puntos de carga para vehículos eléctricos que existen en el país, así como proyectos en marcha o por ejecutarse, y su comparación con la realidad de otros países de la región tomando como referencia, pero sin limitarse al caso de Chile.

Para la realización de este análisis, se debe partir de un proceso de recopilación de información a todo nivel. Considerando que existen varias empresas en el mercado local y regional que fabrican y comercializan equipos para la carga de vehículos eléctricos, se realizará una recopilación de las características técnicas de las distintas opciones para establecer una base de información que pueda ser de utilidad para los diferentes actores, tanto públicos como privados.

El estudio se verá complementado con un análisis a nivel técnico sobre las características técnicas de los puntos de carga con todos sus componentes, y los diferentes estándares

principalmente de conectores, que existen en el mercado, para culminar con recomendaciones sobre los aspectos a considerar para futuros proyectos a implementarse en el país y particularmente en la ciudad de Quito.

Finalmente se preparará un instructivo para la instalación de puntos de carga, que considere:

- Potencia de la instalación. – este punto es crítico pues el tiempo de carga de una batería ya que es la variable con la que podemos trabajar.
- Tipos de batería. – cada automóvil tiene un batería y esto hará que el tiempo de carga difiera en cada caso.
- Módulos de carga. – habrá un amplio catálogo del cual se presentará las características técnicas.
- Seguridad. – un aspecto que muchas veces es ignorado en nuestro país pero que debemos garantizar, primero la vida humana y de nuestros componentes.
- Inversión necesaria, que suele constituirse en la principal barrera a superar.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Automóviles Eléctricos

Un auto eléctrico es el que usa la energía eléctrica para moverse; a diferencia del automóvil tradicional, este posee una batería eléctrica que alimenta el mecanismo de combustión.

Varias compañías han desarrollado su modelo de automóvil eléctrico siguiendo los estándares y normativas que existen para su construcción. La necesidad que hay de encontrar un combustible más eficiente y amigable con el ambiente ha hecho que esta tecnología tenga grandes avances, de los más importantes en su batería. La batería de un automóvil es la que dará la autonomía, la potencia, el torque y hasta la velocidad máxima que se pueda alcanzar.

Tabla 1.1. Autos disponibles en Ecuador. (Elaboración Propia, 2023)

Automóvil	Autonomía	Potencia	Torque	Velocidad Máxima	Tipo de conector
HYUNDAI- KONA	564 km	150 kW	395 N.m.	167 km/h	CCS2

AUDI-E-TRON RS GT	552 km	440 kW	830 N.m.	250 km/h	CCS1
MAXUS-EUNIQ 6	532 km	130 kW	310 N.m.	160 km/h	CCS2
KIA-EV6	528 km	239 kW	605 N.m.	185 km/h	CCS2
NISSAN LEAF	270 km	110 kW	320 N.m.	144 km/h	SAEJ1772 TIPO 1 CHAdemo

1.4.2 Baterías

La batería, es una celda capaz de almacenar energía eléctrica gracias a las propiedades de sus materiales, para distribuirla a circuitos eléctricos. En un vehículo eléctrico el corazón es su batería, ya que esta define las características principales del vehículo como son:

- Autonomía. – distancia promedio que puede llegar a recorrer el vehículo con su carga completa.
- Ciclos de Carga. – cantidad de veces que se puede usar la batería, es decir cuantas veces se puede cargar y descargar.
- Tiempo de Carga y Potencia. – el tiempo de carga y la potencia de la batería están estrechamente conectadas, el tiempo de carga se divide en tres tipos de carga: lenta, mediana y rápida; este tiempo dependerá de la potencia que tenga la batería y la potencia del módulo de carga.
- Velocidad. – se refiere a la velocidad máxima a la que podrá alcanzar el vehículo.

Hay muchos tipos de baterías que han ido evolucionando para poder así mejorar sus características; aumentar su autonomía, disminuir su peso, aumentar sus ciclos de carga. Inicialmente eran de plomo-acido (PB-ácido) pero fueron evolucionando hasta tener las baterías que están hechas de polímeros de litio (LiPo).

Tabla 1.2. Tipos de Batería. [24]

Tipo de Batería	Ventajas	Desventajas
Plomo-ácido (PB-ácido)	Buena respuesta en frío Económico	Pesadas Plomo es tóxico

		Tienen una carga lenta
Níquel-cadmio (NiCd)	Mayor fiabilidad. Se puede reciclar totalmente la batería	Puede aparecer el efecto memoria Coste alto Contaminante Acorta su vida útil si se la expone al calor
Níquel-hidruro metálico (NiMH)	Reducción del efecto memoria en comparación a las de Níquel-cadmio	Menor fiabilidad que las de Níquel-cadmio. No soporta fuertes descargas Menor resistencia a altas temperaturas.
Ion-litio (LiCoO ₂), más usadas para vehículos eléctricos	Menor tamaño y peso ligero Alta eficiencia No tiene efecto memoria	Alto coste de producción. Necesitan un circuito de seguridad. Precisan de almacenaje cuidadoso.
Ion-litio con cátodo de LiFePO ₄	Mayor potencia Mayor seguridad Tiene una elevada cantidad de hierro que da estabilidad	Mayor coste comparado con la de Ion-litio
Polímero de litio (LiPo)	Ligeras Eficientes	Alto precio Ligeras Material que comienza a ser escaso.

1.4.3 Conectores

El conector es la parte del vehículo que se encarga de unir el punto de carga con la batería. Debido a la amplia gama de compañías que entraron a la fabricación de vehículos eléctricos se vio necesario implementar estándares en su implementación, pero básicamente todos cumplen 3 funciones: 2 eléctricas y una mecánica.

La primera función eléctrica será recibir corriente AC y dependiendo de la batería a cargar realizar una conversión AC/DC, proceso conocido como rectificación. La segunda función

será la de regulación de voltaje al nivel requerido por la batería. Existen varios tipos de conectores entre los cuales tenemos:

Tabla 1.3. Conectores de Vehículos Eléctricos. [14]

Estándar	Tipo de Corriente
SAEJ1772 -Tipo 1	Alterna – AC
MENNEKES – Tipo 2	Alterna – AC
GB/T – AC	Alterna – AC
CHAdeMO	Directa – DC
GB/T – DC	Directa – DC
CCS1 – Tipo 1	Directa – DC
CCS2 – Tipo 2	Directa – DC
TESLA	Directa – DC

Conector Tipo 1 SAE J1772. – este es uno de los tipos de conectores más utilizados a nivel mundial, los fabricantes americanos y japoneses usan este conector en sus modelos, entre los más conocidos son el Nissan Leaf y el Toyota Prius Plug-in Hybrid.



Figura 1.1. Conector Tipo 1 J1772 AC. [15]

Conector Tipo 2 IEC 62196. – es el estándar europeo de los conectores, son también conocido como Mennekens por su fabricante alemán. Varios fabricantes los utilizan, entre los cuales están los modelos Tesla, Mercedes o incluso el Nissan Leaf 2018. Debido a su popularidad en Europa ya se lo comenzó a llamar como “European plug” esto de acuerdo un paper lanzado en marzo de 2012 por Eurelectric position.



Figura 1.2. Conector Tipo 2 IEC 62196. [15]

GB/T – DC. – conector DC con una potencia máxima de carga de 125 kW, una corriente de 125 A y un voltaje de contacto de 1000 V. [16]

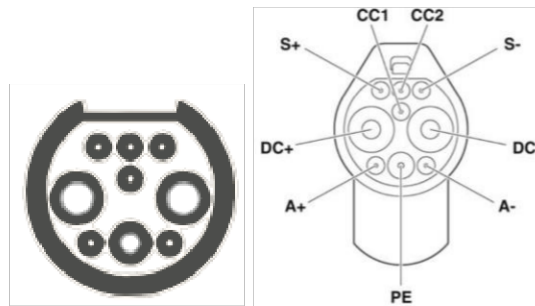


Figura 2.6. A. GB/T – DC estándar. [14] B. GB/T – DC disposición. [16]

Conector Tipo 4 CHAdeMO. – es un tipo de conector de corriente continua que puede aguantar hasta 200 amperios. Por sus 10 bornes es el que tiene el mayor radio entre todos los que se encuentran en el mercado. Este es el estándar de Japón, siendo usados por Subaru, Mitsubishi, Toyota e incluso Nissan. CHAdeMO comparte una plataforma de conocimientos con todos sus colaboradores, entre ellos empresas como: ABB, AME, AMPERE Energy, BMW Group. [18]



Figura 1.3. Conector Tipo 4 CHAdeMO. [15]

Conector CCS1 y CCS2. – este es un tipo de conector que se creó como una solución para los estándares europeos y americanos. Estos son compatibles con Volkswagen, Porsche, Daimler, BMW y Audi. Ambos conectores son de tipo DC aunque siguen estándares diferentes. El CCS1 sigue el estándar SAE J1772, con una potencia de 200kW, un voltaje de 1000V, con corrientes de 150A o 200^a. El estándar DIN EN 62196-3, con una potencia de 200kW, con un voltaje de 1000V, con corrientes de 60A, 125A o 200A. [19]

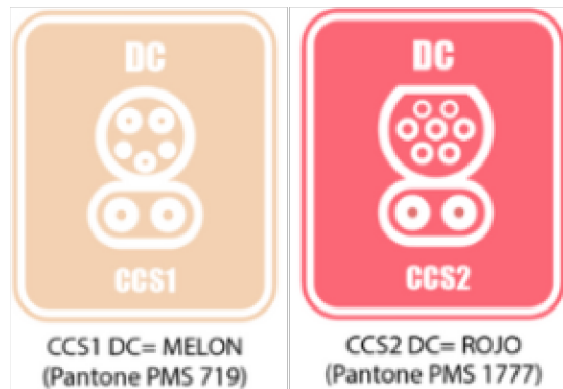


Figura 1.4. Conectores CCS1 y CCS2. [15]

TESLA. – conector desarrollado por TESLA para sus productos, entre los cuales tenemos los Gen Wall Connector, ya sean la generación 2 o la generación 3.



Figura 1.5. Tesla estándar. [14]

1.4.4 Módulos de carga

El módulo de carga es el equipo que se encarga de proveer la energía eléctrica al vehículo, es el que decide qué tipo de carga se va a tener: lenta, mediana o rápida. Este deberá cumplir estándares internacionales para poder funcionar con todos los tipos de conectores y baterías que existen en el mercado. ABB es una de las compañías que tiene una gran reputación y con la cual la Empresa Eléctrica Quito ya ha tenido contacto y ha adquirido el modelo ABB Terra 54 CJG cargador rápido.



Figura 1.6. ABB Terra 54 CJ y ABB Terra 54 HV C. [12]

Terra 54 CJG es un módulo de carga rápida continua, este ofrece una carga continua de hasta 50 kW con una capacidad de voltaje de 920 VDC. Puede ser configurado con CCS1 o con CCS y CHAdeMO.

1.4.5 Seguridad

La instalación eléctrica debe tener la señalización adecuada y postes de seguridad. Al igual que en las gasolineras se recomienda la construcción de postes cerca del dispensador, se debe hacer lo mismo para el punto de carga. La construcción de postes de seguridad es para evitar que los choques de vehículos dañen la instalación.

La señalización que se presenta en “Terra 54 Installation manual” es la siguiente:



Figura 1.6. Peligro Voltaje Peligroso, este letrero indica que existe un peligro que puede terminar en una herida o muerte por electrocución. [12]



Figura 1.7. Advertencia varia, este letrero indica que existe un peligro que puede terminar en una herida o muerte. [12]



Figura 1.8 Advertencia Partes Rotatorias, este letrero indica que existe un peligro que puede resultar en heridas o pérdida de extremidades por partes que rotan. [12]



Figura 1.9. Advertencia Peligro Presión, este letrero indica que existe un peligro donde partes del cuerpo humano pueden ser aplastadas. [12]



Figura 1.10. Precaución, este letrero indica que existe un peligro que puede dañar a la maquinaria, otros equipos, y/o provocar contaminación ambiental. [12]

1.4.6 Impacto Ambiental

En cuanto a la gestión y el impacto ambiental tenemos, según el PEE, que la producción y el consumo de energía son las principales causas de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según el Balance Energético Nacional del 2021 la emisión de GEI por actividad muestra que el transporte es un poco más de la mitad, siendo su porcentaje de un 50.7%. Con el cambio de vehículos en el transporte público el país tiene como objetivo bajar considerablemente la huella de carbono que produce, esto yendo al paralelo con la visión que tiene el país de combatir la contaminación. [8] Tenemos la ventaja de que nuestra generación de energía eléctrica es gracias a recursos renovables, así que al realizar el cambio en el transporte nos independizaremos aún más del petróleo y sus derivados.

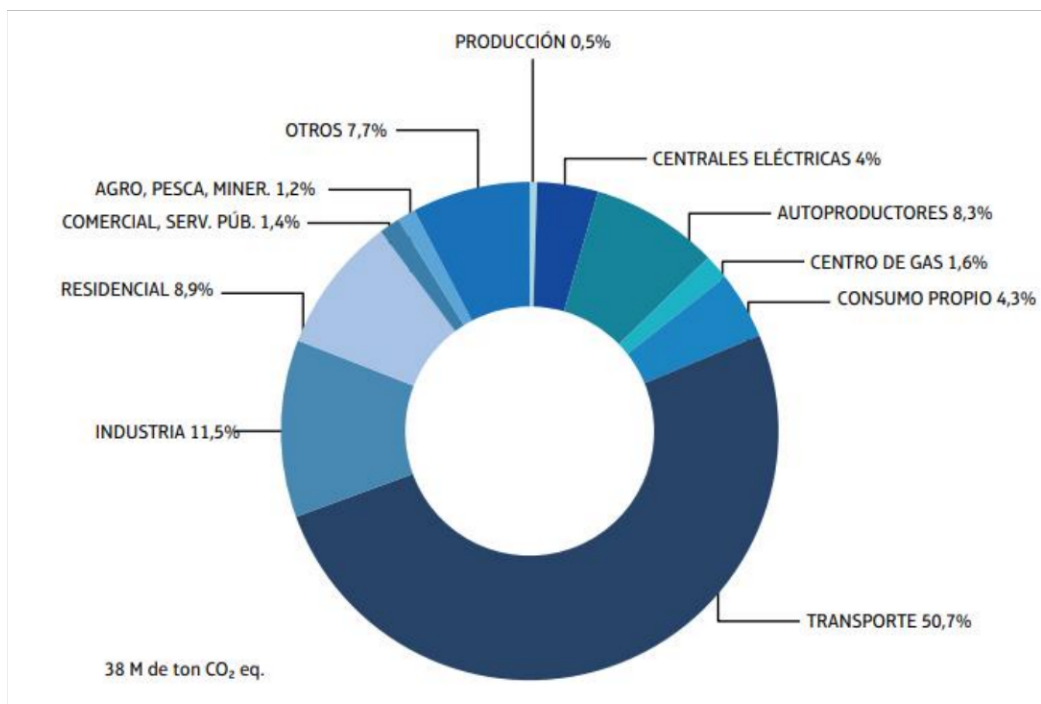


Figura 1.11. Emisiones de GEI por actividad (%). [34]

El impacto general que se tendrá en el país será muy grande y en la estrategia presentada, con el patrocinio del BID, se plantea cumplir el objetivo de implementar la electromovilidad. Los ejes de acción en donde se planea trabajar son: Gobernanza y Política Pública, Económico y de Mercado, Educación y Comunicación, Técnico y de Estructura y finalmente en la Gestión de la Estrategia. Las acciones empleadas en estos ejes estarán proyectadas para los años 2020-2040 y según el ENEM serán estos:

- Ahorra en la salida de divisas por evitar el consumo de: 41 millones de barriles de diésel, 37 millones de barriles de gasolina.

Tabla 1.3. Factores de emisiones del diésel y la gasolina. [10]

Combustibles	Factor de Emisión CO ₂ e (kgCO ₂ eq/l)
Gasolina	2.40
Diésel	2.58

Este factor de emisión mostrado en la tabla fue reportado en el IPCC del 2006, donde se incluye CO₂, CH₄ y N₂O. En cuestión de emisión el consumo de diésel genera un 7.5% de mayor desperdicio. [10]

- Ahorro por la reducción de emisión de CO₂, alrededor de 16.5 millones de toneladas de CO₂.
- Reducciones de emisión de contaminantes: 180 mil toneladas de NO_x (grupo de gases muy reactivos), 4 mil toneladas de PM_{2.5} (partículas muy pequeñas en el aire de aproximadamente un diámetro de 2.5 micrómetros).

Tabla 1.4. Factores de emisión de contaminantes – estándar EURO 3. [13]

Segmento	Factor de Emisión NO_x (gNO_x/km)	Factor de emisión PM_{2.5} (gPM_{2.5}/km)
Automóvil/Taxi	0.09	0.0011
Bus	9.38	0.207
Camión ligero	2.63	0.0566

En resumen, según la ENEM, se estima un ahorro de 7 243 millones de dólares, estos repartidos en 6 400 millones de dólares en barriles de diésel y gasolina, 700 millones de dólares en ahorro de CO₂ y 143 millones de dólares en el ahorro por reducciones de emisiones contaminantes. Liberando un capital que se lo puede invertir en la generación de empleos. Entre la construcción de instalaciones, mantenimiento y operación de la red de carga y el mantenimiento de vehículos eléctricos, se creará un mercado donde habrá más oportunidades de trabajo. [10]

2 METODOLOGÍA

2.1. Electromovilidad en Latinoamérica

La electromovilidad es un objetivo al que tarde o temprano se debe llegar, y cada país debe comenzar a unirse. Si bien Europa y Estados Unidos están muy avanzados, en Latinoamérica hay pocos países que se están subiendo a esta nueva ola. Pero esto no significa que no se haya hecho nada sino, que pocos son los países que ya han comenzado a implementar este cambio.

Países como Colombia, Panamá, Chile y Costa Rica, ya cuentan con una estrategia nacional para implementar la movilidad eléctrica adaptada a su propia realidad. Otros en cambio como Argentina, Paraguay y México están en el proceso de formulación e implementación de una estrategia de electromovilidad. Cada país ha establecido metas las cuales permitirán el avance de este plan. Chile es uno de los casos más ambiciosos y

avanzados, entre sus metas tenemos el cambio del 100% de su transporte público y un 40% de su transporte privado para el 2050. También está Costa Rica que espera tener el 70% de sus buses y taxis con cero emisiones y al menos un 25% en cuanto a sus vehículos de carga ligera para el 2035; con una proyección de llegar al 100% en su transporte público y de un 60% en su transporte privado para el 2050. [5]

Para que esta estrategia funcione es muy importante seguir construyendo instalaciones para proveer la energía eléctrica a los vehículos. La infraestructura necesaria es una de las barreras más grandes que se tiene en el país. Terpel es un ejemplo de cómo una gasolinera tradicional puede adaptarse y comenzar a usar sus ya existentes instalaciones para implementar puntos de carga. Esto constituye un gran apoyo porque abriría el paso para que empresas privadas entren a participar en este nuevo mercado y con esto también se movilicen inversiones.

El transporte público es el sector que debe ser atendido con prioridad al ser uno de los sectores con mayor consumo de energía y el que atiende a la mayor parte de población. En Brasil, México y Chile se puso en marcha los corredores eléctricos más largos de América Latina y el Caribe uniendo así varias ciudades, estos tienen una distancia de más de 600 km. Entre los corredores que ya están en operación están: [5]

- En México: Corredor 620 km S.L.Potosí-CDMX-Puebla
- En Brasil: Corredor 730 km con 12 centros de carga DC Iguázu-Paranagua y Corredor 434 km con 6 centros de carga DC Río de Janeiro-Sao Paulo.
- En Chile: Corredor 730 km Marbella-Temuco y Corredor 500 km Temuco-Chiloe con 70 km Coyhaique-Aysén.
- En Argentina: Corredor de 212 km en la provincia de San Luis.

En cuanto a buses eléctricos, Chile es el país que más ha avanzado. En el 2019 fue el primero en implementar una ruta completa con buses de cero emisiones de gases y para ese año era el país con el mayor número de unidades, con 386 ubicadas principalmente en la ciudad de Santiago. [5]

Es todavía muy temprano para poder compararnos con el resto de países, pero estos son un buen ejemplo para poner a nuestro país en marcha.

2.2 Electromovilidad en Ecuador

Nuestro país ya ha comenzado a dar los primeros pasos para implementar una estrategia de movilidad eléctrica, desarrollada con el apoyo del BID. Para implementar esta estrategia se va a necesitar de una gran inversión e incentivos que ya han comenzado a implementarse a través de normativa que incentive la adquisición y operación de vehículos de cero y bajas emisiones. Existen dos documentos desarrollados que presentan la realidad de nuestro país en cuanto a la electromovilidad y estos son: El Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE) 2016-2035 y La Ley Orgánica de Eficiencia Energética. Dentro de los cuales se encuentran varios aspectos para incentivar a la población, como la ayuda e impulso de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs).

En Guayaquil por ejemplo se implementó la “Ordenanza de estímulo a la transportación eléctrica”, con el cual se da apoyo económico para la adquisición de unidades eléctricas, desde 15 000\$ para los buses hasta 4 000\$ para taxis eléctricos. Pese a estos incentivos hasta agosto del año 2020 solo se reportaron 485 vehículos eléctricos a batería, que en comparación con el parque automotriz acumulado no llega ni al 1%. [10]

A pesar de estos incentivos el país aún enfrenta a grandes barreras, desde el desconocimiento de la electromovilidad, los mismos incentivos que se entregan al pueblo ecuatoriano hasta la falta de infraestructura que proveerá la carga de dichos vehículos. Pero la barrera más grande que existe en nuestro país es el subsidio a los combustibles fósiles, tema muy sensible desde el enfoque político y social, que ha motivado más de una movilización y jornadas de protesta.

Para contribuir a la descarbonización y la sostenibilidad del transporte terrestre en el Ecuador se adoptaron las siguientes metas hacia la electromovilidad:

Tabla 2.1. Metas de adopción de la electromovilidad en el parque automotor de cada segmento. [10]

	Buses públicos	Taxis	Camiones Ligeros de Carga	Vehículos ligeros
2025 10.000 VE	1.500 VE	2.000 VE	1.000 VE	5.500 VE
2030 100.000 VE	11.000 VE	20.000 VE	4.000 VE	65.000 VE
2040 750.000 VE	40.000 VE	90.000 VE	30.000 VE	590.000 VE

Como se muestra en la tabla 2.1. vemos que esta estrategia se dividirá en 3 periodos de tiempo de 5 años cada uno. En el primer periodo de 2020-2025 se comenzará a implementar proyectos de financiación para promover la electromovilidad, y lograr así cumplir el Art. 14 de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, la cual estipula que a partir del 2025 todos los nuevos vehículos de transporte público deben ser eléctricos. En el segundo periodo, 2025-2030, se programa la consolidación de los vehículos eléctricos en los segmentos de movilidad pública y comercial urbana. [10] En los últimos años dentro del país se vio un aumento del 80% en la adquisición de vehículos eléctricos. Los récords de venta en los periodos de enero a octubre de los años 2021 y 2022 muestran que la comercialización de autos está creciendo. Las marcas chinas son las que lideran el mercado, aunque un modelo de Audi, de gama alemán, se ha proporcionado como el best seller de la gama eléctrico premium, y ese es el E-tron. [14]

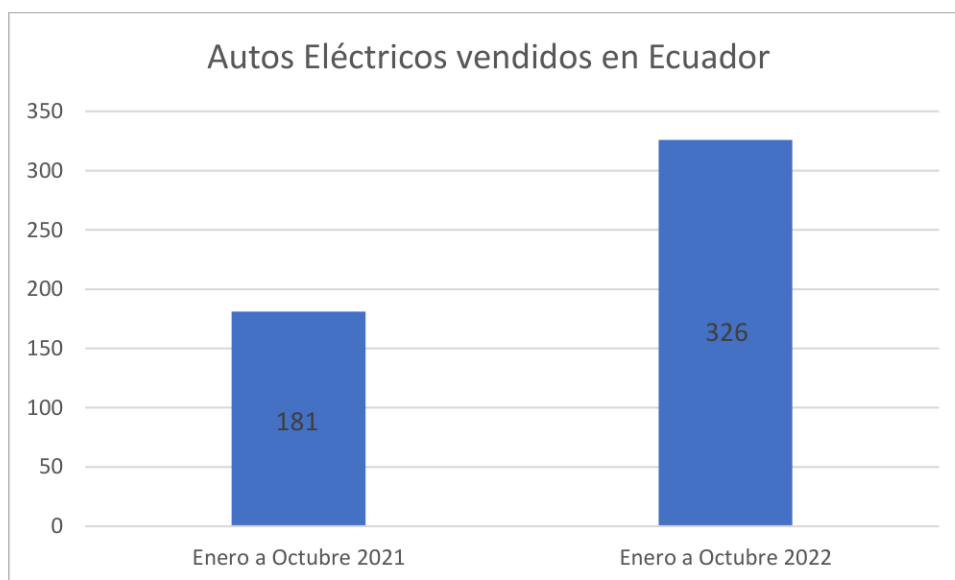


Figura 2.1. Resumen Autos Eléctricos vendidos en Ecuador. [14]

Para el último periodo, 2030-2040, se tratará de ampliar la infraestructura para los vehículos particulares, movilidad pública, camiones de carga (ligera, media y pesada) y buses interprovinciales. Se espera que para esta década la electromovilidad supere a los vehículos de combustión. [10]

2.2.1 Puntos de Carga a nivel nacional

Actualmente el país cuenta con varios puntos de carga, aunque estos no son lo suficiente para solventar la proyección que se tiene para el país. Estos puntos de carga no son de una potencia muy grande, pero por el momento estos puntos aislados funcionan de

programa piloto para a futuro realizar una red de puntos de carga de mayor potencia. La EEQ tiene dos puntos de carga que son el inicio para la implementación de su estrategia, el mantenimiento, la operación y la seguridad del equipo, debe estar supervisada por eso la cercanía de estos puntos a sus instalaciones. La instalación de estos puntos se realizó con modelos TERRA 54 CJG en las siguientes ubicaciones:

- Centro operativo de Turubamba.
- Mariana de Jesús.
- Los Bancos
- Machachi
- Gualo
- El Dorado
- Cumbaya
- San Rafael
- Centro histórico
- Calderón
- Sangolquí

En el resto del país existe otros puntos de carga, pero en su gran mayoría son puntos de baja potencia y por consiguiente son de carga lenta. Debido a esta característica estos puntos generalmente se encuentran en lugares donde el auto va a estar por un periodo largo de tiempo como lo son parqueaderos o centros comerciales.

Tabla 2.2. Resumen de Puntos de Carga Ecuador. (Elaboración propia, 2023)

Estándar	Tipo de Corriente	Velocidad de Carga	No. De Conectores
Guayaquil			
Mennekens – Tipo 2	AC	40 kW/h	18
Mennekens – Tipo 2	AC	80 kW/h	2
SAEJ1772 – Tipo 1	AC	7 kW/h	4
Quito			
SAEJ1772 – Tipo 1	AC	7 kW/h	20
Mennekens – Tipo 2	AC	40 kW/h	2
CHAdEMO	DC	50 kW/h	2

CCS2 – Tipo 2	DC	50 kW/h	2
Cuenca			
SAEJ1772 – Tipo 1	AC	7 kW/h	3
Loja			
GB/T	AC	40 kW/h	3
Galápagos			
SAEJ1772 – Tipo 1	AC	7 kW/h	3

Según la tabla 2.2 podemos apreciar que, en cuanto a participación, los tipos de cargadores que predominan son el SAEJ1772 – Tipo 1 que funcionan con un módulo que tiene una velocidad de carga de solo 7 kW/h y representa el 50.847%; y el Mennekens – Tipo 2 con módulos de una velocidad de carga de 40 kW/h y representa el 37.288% de los cargadores en el país.

2.2.2 Instalación de un punto de carga

El diseño de un sistema de puntos de carga es un tema poco desarrollado en el medio. Existen varios puntos de carga, pero están aislados y son de máximo uno o dos módulos. La EEQ ya procedió con la construcción de un sistema de electrolineras con 10 unidades de recarga rápida en corriente continua. Con su construcción debe haber un software de gestión de energía que esté adaptado a nuestra realidad eléctrica. La solución que dio la EEQ fueron los módulos de carga de 50 kW, esto tomando en cuenta su relación prestaciones/precio y debido a que existen módulos de mayor potencia, pero no todos son admitidos por todos los vehículos eléctricos.

El sistema de electrolineras implementado debe tener también un sistema centralizado de gestión para los módulos de carga. Ya se vio en varios casos alrededor de Latinoamérica que en las primeras ciudades en donde se implementó, al no tener un sistema de control después de unos años la mitad de los módulos se dañaron o funcionaban incorrectamente. La EEQ eligió las siguientes características para el desarrollo de su sistema:

- Sistema “Multimarca”. – hacer que el programa sea global, esto para no solo limitarse de una marca, en cuanto a los modelos de carga eléctrica. Así se abre la posibilidad de negociar con distintos proveedores y lograr el mejor trato en cuanto a precio/prestaciones.
- SCADA. – desarrollar el sistema en un Scada de reconocido prestigio y capacidad para poder garantizar la incorporación de estándares y protocolos a nivel mundial.

Este debe reconocer y estar basado en la norma ISO 15118 (Road Vehicles): V2G (Vehicle to grid communication interface) y OCPP (Open Charge Point Protocol) así como nuevos protocolos e interfaces que puedan salir a futuro.

- Hardware. – una planta con un sistema hardware con el poder suficiente para monitorear a los módulos de carga eléctrica instalados y con posibilidad de ampliarlos aún más:
 - Un procesador especializado para servidores, con memoria ECC (con corrección de memoria) con un mínimo de 16 Gb con la capacidad de ampliarla a 128 Gb. Con un Socket para una futura ampliación.
 - Sistema de discos en configuración RAID (0,1 o 5), con una memoria cache de al menos 2Gb.
 - Sistema de discos espejo con dos unidades SAS de 12Gb a 10.000 rpm de 600Gb Hot-Swap.
 - Doble fuente de alimentación redundante de al menos 500W.
 - Doble tarjeta de Red de 1Gb.
 - Sistema de supervisión de estado y diagnóstico remoto ILO.

La ubicación es un punto muy importante y si bien por el momento los puntos que existen están cerca de las sedes de la Empresa Eléctrica Quito, debido a razones de mantenimiento, a futuro se debe seguir sondeando nuevos lugares para la construcción e implementación de puntos de carga. La afinidad con otros negocios debe ser una prioridad, si bien para el diseño se instalará con un módulo de carga rápida, dependiendo de la batería de cada vehículo el tiempo de carga va a variar. La proximidad a las vías principales o vías interprovinciales serán cualidades a tomar en cuenta para una ubicación ideal.

2.2.3 Guía de Instalación

La guía que se va a presentar es para el modelo TERRA 54, ya que se tiene antecedentes de su instalación a baja escala con la empresa eléctrica Quito. Entregados por la empresa ABB, es la misma la cual se encargará de realizar el mantenimiento del equipo y capacitar a los empleados de la empresa. ABB ofrece las siguientes versiones:

Tabla 2.4. Versiones de TERRA 54 de ABB. C CCS (Combo) standard, J CHAdeMO standard, G AC connector 22/43kW, T AC socket 22kW, HV High Voltage. [9]

Versión	CCS	CCS HV	CHAdeMO	CHAdeMO HV	AC connector	AC socket
T24/T54 C	X					
T24/T54 CJ	X		X			
T24/T54 CJG	X		X		X	
T24/T54 CT	X					X
T24/T54 C HV		X				
T24/T54 CJ HV		X		X		
T24/T54 CJG HV		X		X	X	
T24/T54 CT HV		X				X

Para esta instalación se necesitará señalización, así como sucede en una gasolinera o en una subestación, se empleará señalización específica para riesgo eléctrico. Mostraremos un modelo estándar de cómo se va a realizar la instalación.

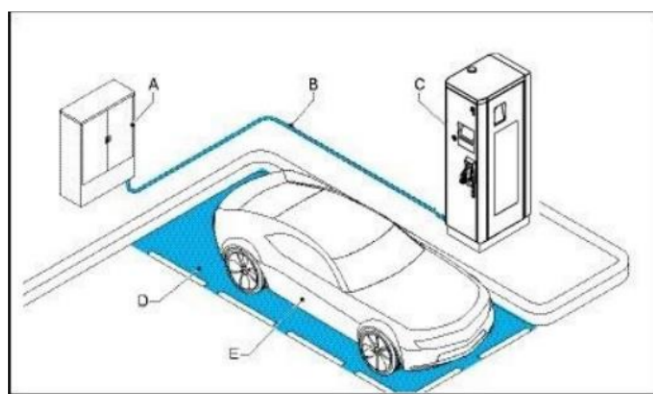


Figura 2.10. Vista general del Modelo. [12]

En esta vista general se tiene: A, tabla de distribución de poder; B, Cables (dentro de tuberías de ser necesario); C, Terra 54 (modelo adquirido); D, Parqueadero; E, Vehículo eléctrico.

Dentro de la instalación se comenzará con la geometría de la infraestructura. El espacio requerido para la instalación y el mantenimiento del TERRA 54 es de 1585*1480 mm. Esto es tomando en consideración los siguientes puntos:

- Tamaño del cargador: ancho*profundidad*altura de 565*780*1900 mm.
- Lado frontal 600 mm, para abrir la puerta del vehículo.
- Lado izquierdo y derecho 510 mm, para abrir las puertas izquierda y derecha.
- Lado trasero 100 mm, para garantizar el flujo de aire no tenga obstáculos.

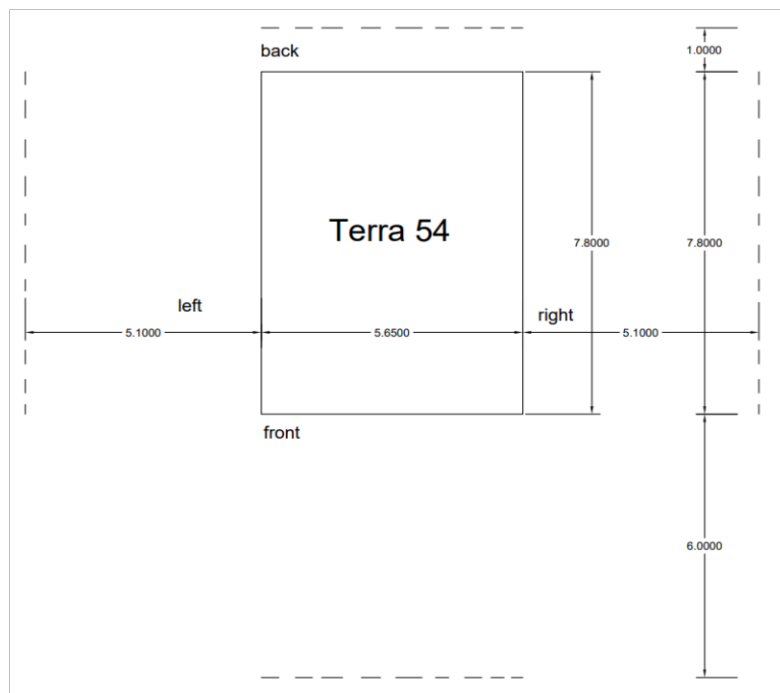


Figura 2.11. Vista superior de la Geometría de la Infraestructura del Terra 54. [12]

La instalación eléctrica se realizará siguiendo las normativas y leyes que tenemos en nuestro país. Un diagrama unifilar para las conexiones eléctricas con los componentes principales de seguridad dentro del cargador será presentado en la figura 2.13.

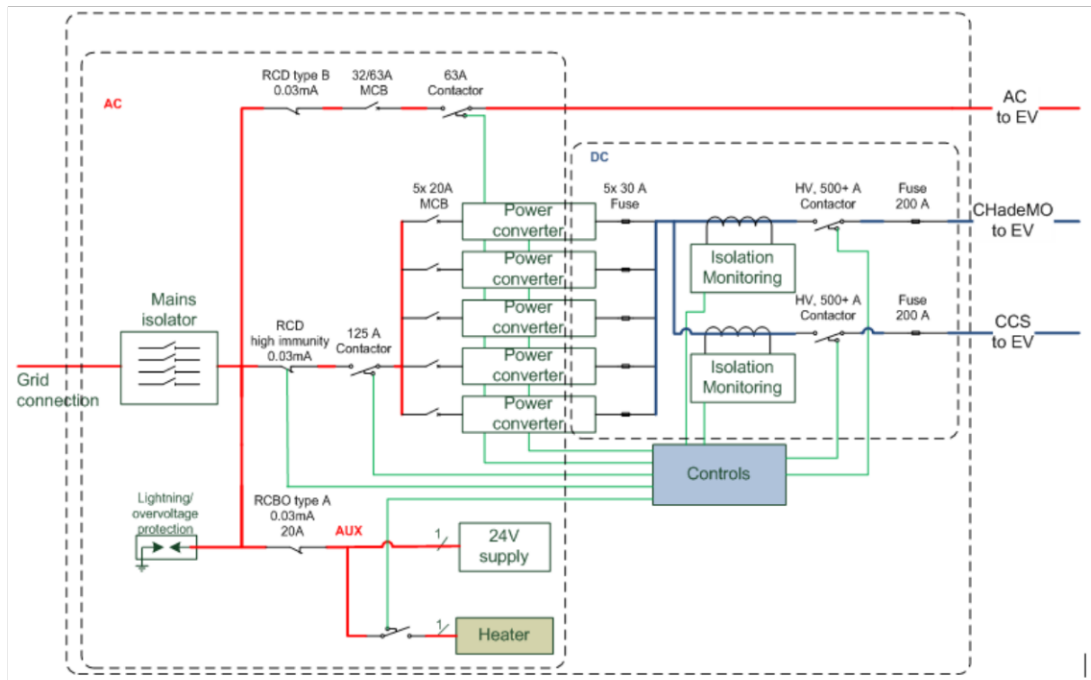


Figura 2.12. Diagrama unifilar de la conexión eléctrica y medidas de seguridad. [12]

El Terra 54 cuenta con un cable de 3.9 metros de longitud. El cable de la conexión DC se encuentra en el lado derecho mientras que el cable de la conexión AC está en el lado izquierdo y es debido a estas ubicaciones es que se puede preparar las siguientes distribuciones:

- Estacionamiento frontal, esta posición es porque muchos modelos de autos eléctricos tienen la entrada de carga en la parte frontal, como lo son el Renault Zoe o el Nissan Leaf. [12]

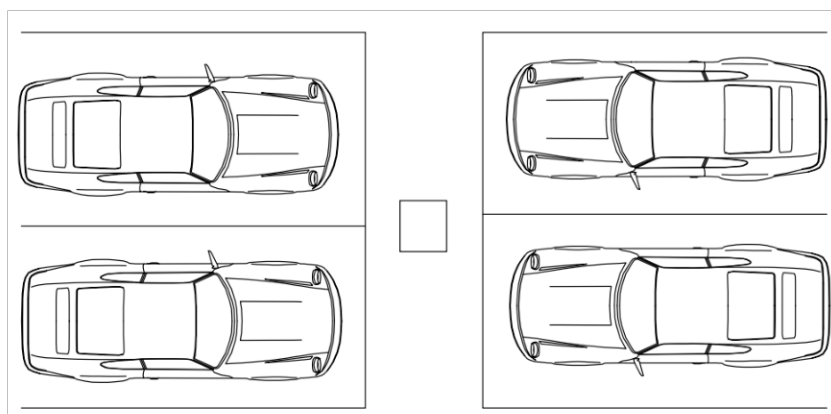


Figura 2.13. Disposición del estacionamiento frontal. (Elaboración propia, 2023)

- Estacionamiento trasero, en esta posición se aprovechará la ubicación de la entrada de carga que se encuentra en la parte lateral trasera, esto debido al alcance del

cable de carga, un modelo que se beneficia de esta ubicación es el Citroen C-Zero. [12]

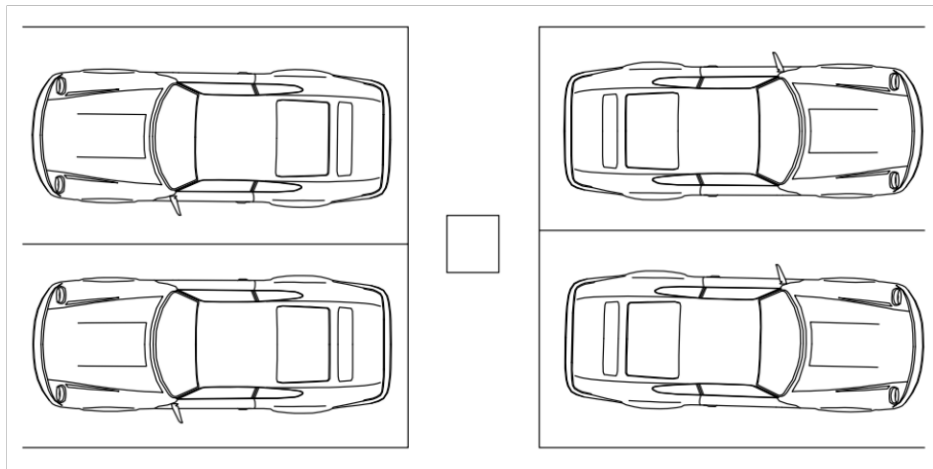


Figura 2.14. Disposición del estacionamiento trasero. (Elaboración propia, 2023)

- Estacionamiento lateral, entre las tres posiciones esta es la más común. Por costumbre o diseño muchos modelos los tienen en el lado derecho u el izquierdo. Entre los modelos tenemos BMW i3, Volkswagen eUp, Volkswagen eGolf, Peugeot iOn, MitsubishiMiEV. [12]

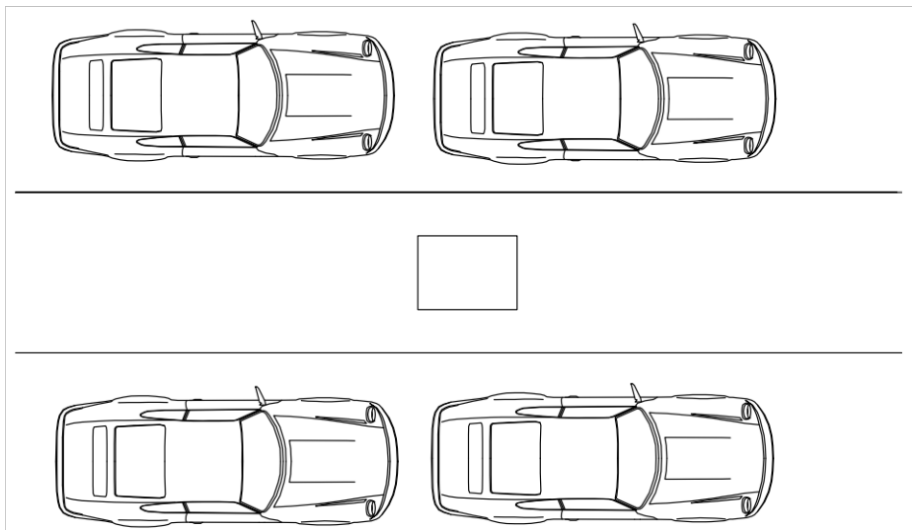


Figura 2.15. Disposición del estacionamiento lateral. (Elaboración propia, 2023)

En cuanto a la dimensión de cable, ABB recomienda el YMvKAS mb $4 \times 70 + 70 \text{mm}^2$, que es uno que cumple con el estándar nacional holandés NEN1010. Este cable tiene una gran capacidad eléctrica además de una gran capacidad mecánica. Entre sus características tenemos que este cable soporta un voltaje estándar de 600-1000V. En el conductor tenemos la clase 1 (cobre sólido) y la clase 2 (cobre trenzado). El núcleo es de 4 fibras y

el área seccional es de 70 mm^2 . Será así que debemos poner 3 fases, neutro y cable de protección a tierra. [21]

La conexión a internet es imperativa con el sistema de control y de intercomunicación entre los módulos. La comunicación se realizará con un modem wireless 2/3G que vendrá integrado dentro del cargador. Gracias a esto no es necesario adquirir una tarjeta SIM personal, porque vendrá ya con una tarjeta SIM con suscripción prevista por ABB para algunos países. Si en el país no se ofrece esta opción se tendrá que adquirir una conexión de internet estándar que debe cumplir con estas indicaciones: [12]

- Ethernet, RJ45. Tipo de cable: 8P+Protección a tierra.
- Recomendaciones: para distancia de 75 metros o menos el HELUKAT 600E, para distancias de mayor a 75 metros se requiere un proyecto de ingeniería.
- Para la velocidad de la banda ancha tenemos especificado un mínimo de 128kb/s para subida y de 4Mmb/s de bajada.
- La conexión debe estar disponible para los encargados del módulo, ya sean ingenieros de ABB o a los ingenieros contratados para su instalación.
- Una de las más importantes recomendaciones es que si o se usa la conexión de internet el paso del cable deberá estar cerrado, para evitar que entren insectos o animales pequeños y evitar el daño por el ambiente.

El dueño y el operador del punto de carga adquieren las siguientes responsabilidades con la adquisición de modelos TERRA 54: [12]

1. Operar la estación de carga con los dispositivos de protección instalados y cerciorarse que todos los dispositivos estén correctamente instalados después de su instalación y de cada mantenimiento.
2. Desarrollar un plan de emergencia que indique al personal que hacer en caso de emergencia.
3. Preparar el lugar donde la estación va a ser instalada, de acuerdo con los requerimientos que se especifica en el manual del modelo adquirido.
4. Asegurarse que exista espacio suficiente para realizar los trabajos de mantenimiento. Asegurarse de designar una persona que se hará responsable de la operación del punto de carga y para la coordinación de todo el trabajo.

- El dueño será advertido que cambios o modificaciones no expresamente aprobadas por ABB pueden anular la autoridad del dueño de operar el equipo y la garantía entregada por ABB.

El diseño eléctrico propuesto será el siguiente, este estará presentado con las protecciones que debe tener esta instalación y con sus cargadores adyacentes:

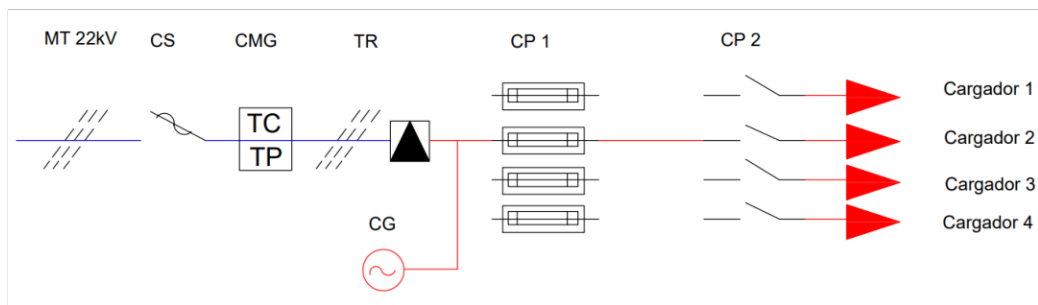


Figura 2.16. Diseño eléctrico General propuesto de un Punto de carga. [3]

Una vez tomadas en cuenta todas estas consideraciones se propone un diseño general de la electrolinera, mostrando las áreas de ubicación de los módulos de carga, el espacio para los autos eléctricos, las cabinas de generación y transformadores.

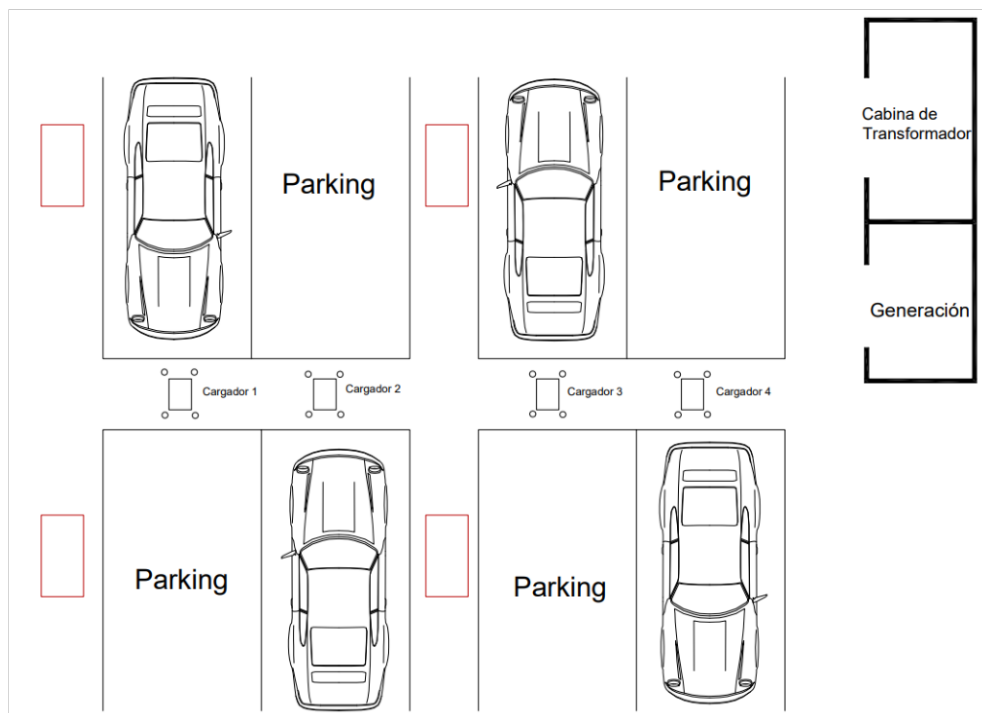


Figura 2.17. Área de ocupación de la Electrolinera. (Elaboración propia, 2023)

Para la previsión de carga tomaremos en cuenta el dato de que la potencia de conexión de los cargadores TERRA 54 CJG es de 86kW (ABB, 2022), el diseño que se propone

considera un sistema de 4 cargadores ya que el cargador escogido puede realizar al menos 2 cargas en paralelo. No se recomienda un número mayor porque se corre el riesgo de desaprovechar la capacidad instalada como sucede en el caso de Guayaquil, en donde se instaló un sistema de 10 cargadores que nunca se llegan a utilizar.

Tabla 2.5. Resumen de Potencia entregada por cada Terra 54. (Elaboración propia, 2023)

Estación de Carga	# Fases	Voltaje (V)	Potencia (kVA)	Cantidad	Factor de potencia	Potencia (Vatios kW)
Cargador 1	1	400	86	1	0,95	81,7
Cargador 2	1	400	86	1	0,95	81,7
Cargador 3	1	400	86	1	0,95	81,7
Cargador 4	1	400	86	1	0,95	81,7
Cargador 5	1	400	86	1	0.95	81.7
Cargador 6	1	400	86	1	0.95	81.7
					Potencia Total	490.2

Con una disposición de 4 cargadores se tendrá un consumo de 326.8 kW por lo que se necesitará un transformador de 500 kVA. para satisfacer la demanda y tener un cierto porcentaje extra de seguridad. El factor de potencia de 0.95 que se usa en la tabla 2.5. está indicado en la regulación No. CONELEC – 004/11. [24]

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

3.1.1 Análisis de la Realidad del País

Ecuador presenta un bajo nivel de desarrollo en cuanto a la incorporación de la electromovilidad, pero ha comenzado a dar pasos en la dirección de conseguirlo. Ecuador cuenta ya con una electrolinera de carga “rápida” en Guayaquil. Inaugurada en abril del 2022, este punto de carga tiene capacidad para atender 48 vehículos diarios. La carga promedio varía entre 20 a 40 minutos dependiendo de la capacidad de la batería del vehículo. La carga puede alcanzar un valor de 10 a 20 dolores esto dependiendo de la autonomía del vehículo.

Terpel fue la encargada de construir esta electrolinera y su gerente general, German Ramírez, cuenta que esta electrolinera tiene una inversión aproximada de 100 000\$, dentro de la cual está incluida infraestructura eléctrica, obra civil y cargador de alta gama. Además, tiene una meta de implementar 9 electrolineras dentro de sus instalaciones, para realizar una red que cubra las ciudades costeras y serranas, llegando así a aproximadamente una inversión de un millón de dólares, esto fue dicho en una entrevista al periódico el Universo. [30]

La comercialización de vehículos eléctricos que se muestran en estos últimos años es prueba de que poco a poco el país va a necesitar más puntos de carga. Según el registro oficial del SRI se han facturado alrededor de 1241 vehículos eléctricos en el Ecuador desde el 2015 hasta el 2022. Pichincha lidera el parque eléctrico con 470 autos registrados, seguidos por el Guayas con 466 y Azuay con 106. Entre las marcas de autos más comerciales tenemos: KIA, Dayang, BYD, Skywell, Dongfeng y Audi. Gracias a este aumento de vehículos es que en Guayaquil se comenzó a solicitar que cada vehículo lleve una calcomanía indicando que tipo de conector tiene para realizar su carga.

Dentro de la Estrategia Nacional de Electromovilidad del Ecuador se reportaron 485 Vehículos Eléctricos lo que para el año 2020 que representa menos del 0.02% del parque automotor matriculado en el país.

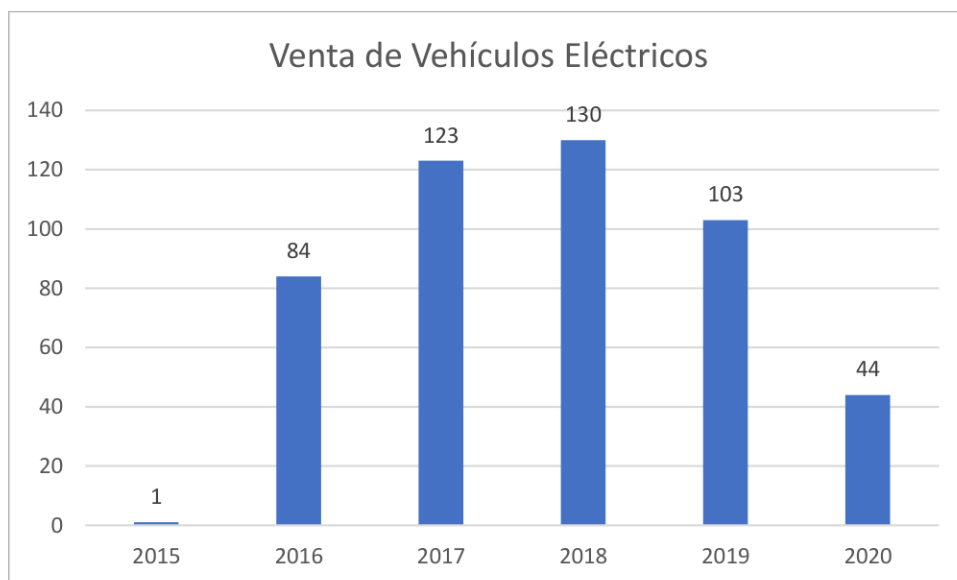


Figura 3.1. Venta de Vehículos Eléctricos hasta agosto de 2020. [4]

3.1.2 Análisis General de la Estrategia Nacional de Electromovilidad y el Plan Nacional de Eficiencia Energética en el Ecuador.

El desarrollo sustentable es la meta que no solo el Ecuador tiene, sino el todo el mundo. La energía que se emplea en nuestro país ya es en un gran porcentaje generada por recursos renovables y la descarbonización del transporte terrestre es la siguiente meta a cumplir. En estos tiempos se tienen varias razones para emplear políticas de eficiencia energética, entre estas están tener un suministro de energía limpio y bajar las emisiones de GEI para combatir el calentamiento global. El impulso de estas políticas para el ciudadano común tendrá un gran impacto económico pues se obtiene un ahorro de energía y un consumo responsable.

Plantear programas y proyectos a es de suma importancia para así tener una barra de medición. Hay que seguir revisando el cumplimiento y el avance de cada proyecto,

Programas y proyectos propuestos en la etapa 1:

- Proyecto de Consolidación del Marco Regulatorio.
- Proyecto de Fortalecimiento de Marco Institucional.
- Proyecto de creación de un Sistema de Indicadores Nacionales de Eficiencia Energética (SI-NEE).
- Programa de difusión de las mejores prácticas de eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y público.
- Programa de Normalización y Etiquetado de equipos que consumen energía.
- Proyecto de definición de Mecanismos de Control y Fiscalización para la Implementación y mejora continua de la norma NEC – Eficiencia Energética, Climatización y Energía Renovable. [8]
- Programa de reducción de pérdidas de energía en el Sistema de Distribución de Electricidad. [8]

Continuando con la etapa 2, 2020 – 2030, están las acciones de corto plazo. Estas acciones deben comenzar a realizarse en paralelo con las acciones de la etapa 1. Con estas acciones se tiene el objetivo de impulsar las medidas que presentan mayor impacto en el uso eficiente de la energía.

Programas y proyectos de la etapa 2:

- Programa de Recambio de Equipos de mayor consumo energético de uso residencial. [8]
- Programa para la Implementación de la norma ISO 50001

- Programa de cogeneración en la industria.
- Proyecto para renovar, reconfigurar y expandir el plan RENOVA Vehicular.
- Proyecto para la incorporación de vehículos híbridos, eléctricos y nuevas tecnologías que se comercialicen en el futuro.



Figura 3.1. Resumen de lineal de las etapas parte 1. [8]

En la última etapa, 2030 – 2035, se tiene acciones que representan una gran inversión y una larga planificación. Estas actividades deben realizarse en paralelo a las otras etapas, pero su resultado será para un largo plazo.

Programas y Proyectos de la etapa 3:

- Proyecto de Definición de Mecanismos de Control y Fiscalización para la Implementación y Mejora Continua de la Norma NEC– Eficiencia Energética, Climatización y Energía Renovable (Galápagos). [8]
- Proyectos de implementación de Infraestructura y operación para el transporte.

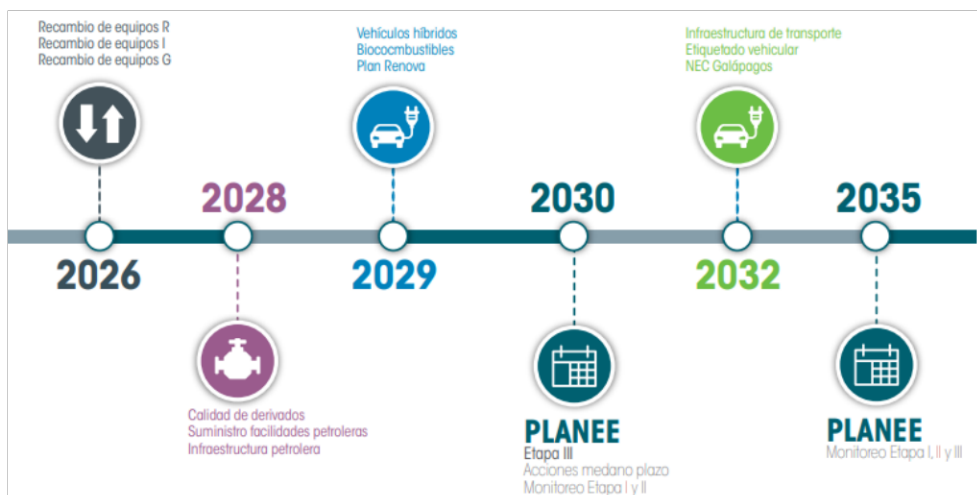


Figura 3.2. Resumen de lineal de las etapas parte 2. [8]

3.1.3 Aspectos Críticos a considerar en el Ecuador.

Con el estudio de este documento podemos determinar cuáles son los puntos críticos y los desafíos más grandes que tendremos con la construcción de puntos de carga:

3.1.3.1. Incentivos y regulaciones a la Electromovilidad

La mayor oferta de vehículos eléctricos y su futura proyección es la principal razón para la exoneración a los consumos especiales (ICE) que se aplica a este segmento con la entrada en vigor de la Ley Orgánica de Desarrollo Económico y Sostenibilidad Fiscal. Por ejemplo, con el artículo 82 de la Ley Orgánica de régimen Tributario Interno los vehículos de hasta 40 000 dólares pagaban el 8% de ICE, mientras que los que superaban los 70 000 dólares tenían un impuesto de 32%, ahora con la implementación de la nueva ley, estos vehículos quedan exentos de este pago. [31]

La Resolución Nro. SM-2021-237, estipula que los vehículos eléctricos e híbridos están exentos de horarios de restricción y podrán transitar normalmente. Esta resolución entro en vigencia desde el 02 de octubre de 2021. [32]

Con la implementación de puntos de carga debe entrar una tarifa única nacional. El directorio de la Agencia de Regulación de Control y Energía y Recursos Naturales No Renovables a través de la regulación ARCERNNR-009/2022 determino una tarifa nacional promedio de este servicio eléctrico, la cual es de 9.2 centavos de dólar por cada Kilovatio-hora. En la regulación se aprobó el pliego tarifario para los proveedores del servicio de carga de energía a vehículos eléctricos. La facturación del servicio de carga estará definida por el resultado de la multiplicación de la energía empleada para cargar la batería por el

costo fijado por el proveedor de servicio, limitándose al valor máximo establecido por la agencia y esta esta expresada por la siguiente formula: [33]

$$FSCVE = E * CCV \quad (1)$$

Donde:

FSCVE= Factura por el servicio de carga de vehículos eléctricos. (USD)

E= Energía empleada para cargar la batería del vehículo eléctrico (kWh)

CCVE= Costo de carga fijado por el proveedor del servicio (USD/kWh)

3.1.3.2. Inversión

Un proyecto sin la inversión inicial no puede empezar, sin importar que tan buena ingeniería tenga. Existe varios modelos que podemos seguir para conseguir este financiamiento.

- De la mano de inversión privada, Terpel es una corporación colombiana, que ya ha comenzado a realizar este cambio en su país. Cuenta ya con varios puntos de carga, y esto lo quiere emular en nuestro país. Si bien la inversión privada ve primero por su beneficio, en este caso su visión se alinea con la de nuestro país. Y es así que ya comenzó con su primera inversión en la ciudad de Guayaquil.
- De la mano de inversión con el soporte de organismos internacionales y la banca multilateral: existen organismos a nivel mundial que tienen programas de ayuda para el desarrollo de países. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ofrece soluciones financieras muy flexibles a través de préstamos y donaciones. El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) también proporciona préstamos a países de ingreso mediano, esto con el objetivo de disminuir la pobreza y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. [29]

3.1.3.3. Difusión de la Electromovilidad

El pueblo ecuatoriano está aún renuente a la electromovilidad y con la ayuda de los subsidios que aún provee el gobierno a los combustibles fósiles, su expansión está estancada. Los vehículos a gasolina y diésel tienen la gran ventaja de estar subsidiados en su combustible y esto solo hace que el país no se quiera mover de su posición. Tomemos en cuenta que el país tiene historia de movilizaciones sociales en contra del gobierno que pretenda eliminar los subsidios. Es así que la implementación de multas a vehículos que sobrepasen cierta emisión de GEI o los incentivos en la compra de vehículos de cero emisiones son la mejor ruta de acción.

Varios proyectos están en marcha estos se deben seguir socializando para que este movimiento no muera. Este país ya tiene historia de varios proyectos que si bien tienen fuertes bases por desconocimiento del pueblo no han podido ser implementados a su completo potencial o hasta fracasar.

La EEQ ya comenzó con su proyecto de electromovilidad y realizó una presentación de su avance en la feria vehicular Automundo 2022. Donde presentó su plan para implementar 11 electrolineras de carga rápida, la incorporación de 23 vehículos eléctricos tipo Van y los beneficios que se pueden obtener al adquirir estos vehículos. [27] En la misma feria Renault presento su modelo Kangoo el cual ya ha interesado a la misma EEQ y DHL.

3.1.3.4. Diseño del Punto de Carga

El diseño de una instalación es lo más importante y para poder desarrollarlo debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Ubicación, las dimensiones con la que se contara para el diseño.
- Información de la red, la potencia del transformador donde se va a realizar la instalación
- Demanda, estimarla para asegurarse de no sobredimensionarla ni infra dimensionarla, para así poder adquirir el transformador y el cable adecuado para su instalación.
- Conocimiento del equipo, asegurarse que los modelos de cargadores y las personas que las manda a instalar estén capacitadas para manejarlo.
- Normativa, estar informado de las normativas vigentes tanto en nuestro país como internacionalmente

3.1.3.5. Potencia del Punto de Carga por número de Módulos instalados.

Dependiendo de cuantos módulos de carga se vayan a instalar es que se va a necesitar buscar un transformador que cumpla con lo acometido, o de plano instalar uno nuevo que cumpla con las especificaciones.

Tabla 3.5. Potencia necesaria por N-número de transformadores.

	Potencia (kW)	Transformador (kVA)
1 Módulo	81.7	86
2 Módulos	163.4	172

3 Módulos	245.1	258
4 Módulos	326.8	344
5 Módulos	408.5	430
6 Módulos	490.2	516

En la tabla 3.5 tenemos cual será la potencia que necesita cada transformador dependiendo del número de módulos de carga a instalar. El factor de simultaneidad en la carga de los vehículos eléctricos no es necesario, debido a que cada módulo ya viene incorporado con un sistema que le permite repartir su potencia de carga a los vehículos que se estén cargando en paralelo. De esta forma si la potencia del módulo es de 50 kW, si existen dos autos en carga simultanea la potencia se dividirá para los dos, así se tendrán una potencia de carga de 25 kW, hasta que alguno de los dos termine su carga.

3.1.3.6. Normas y estándares nacionales e internacionales

Las normas que están vigentes en el país, esta información ya se había presentado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. Los siguientes documentos son los que proveen referencia para seguirlas y aplicarlas en nuestra realidad: [28]

- NFPA 70 National Electrical Code 2011.
- CPE INEN 019 Código Eléctrico Ecuatoriano.
- IEC 60617 Graphical Symbols for Diagrams.
- NTE INEN 2345 Alambres y cables con aislamiento termoplástico.
- NTE INEN 3098, Voltajes Normalizados.
- NEC – SB – IE, Norma Ecuatoriana de la Construcción Instalaciones Eléctricas.

3.1.4 Instructivo de instalación

3.1.4.1. Ubicación

Proseguimos con el dibujo de un punto de carga con una dimensión de $930 m^2$, esto tomando en cuenta varios factores, como el numero de módulos a instalar, la dimensión de los módulos, las instalaciones complementarias a instalar, entre otros.

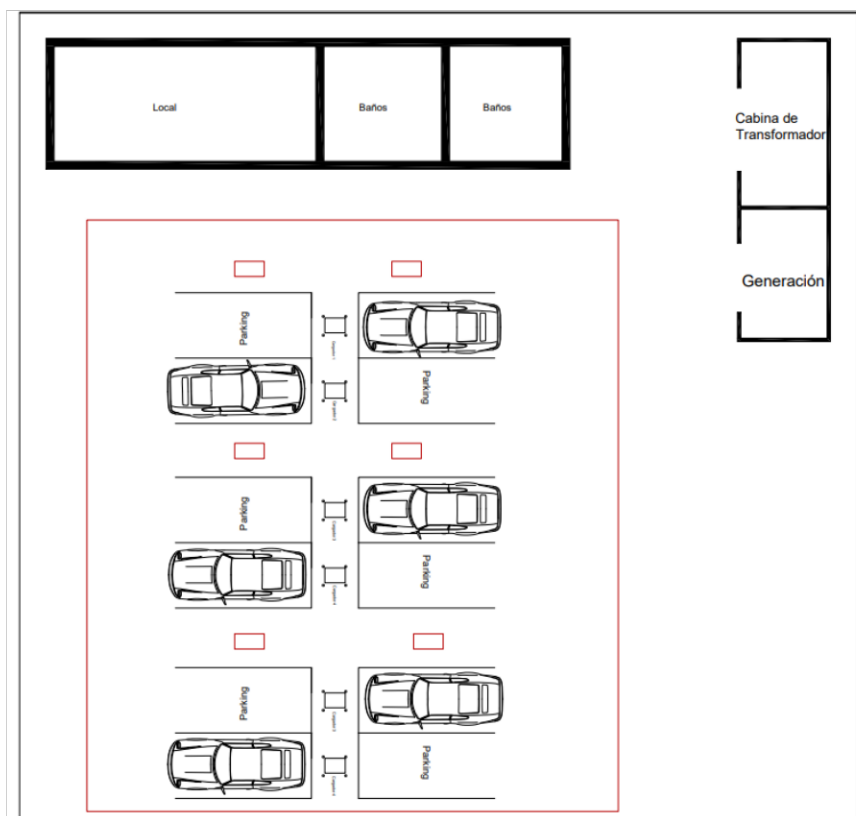


Figura 3.6. Terreno de 930 m². (Elaboración propia, 2023)

3.1.4.2. Cuadro de Datos del Módulo

El módulo elegido en este caso es el Terra 54 HV, el cual tiene las siguientes características:

Tabla 3.5. Cuadro resumen de la características eléctricas y mecánicas del modelo elegido, en este caso TERRA 54 (C HV). [22]

Datos de Entrada	
Voltaje de alimentación	3 fases, 400 V AC: PE, N, L1, L2, L3
Rango de Voltaje de entrada	400 V AC +/- 10% (50 Hz o 60 Hz)
Potencia y Corriente de entrada máxima	86 kVA, 125 A
Factor de potencia	>96%
Eficiencia	95% a potencia de salida nominal
Datos de Salida DC (C HV)	
Potencia máxima de salida	50 kW
Rango de Voltaje de salida	200-950 V DC (CCS 2)
Corriente Máxima de salida	125 A DC +/- 5% (CCS 2)
General	

Estándar Conexión DC	EN61851-23/DIN 70121 CCS 2 CHAdeMO 1.0
Longitud de cable DC	3.9 metros +/- 10%
Tipo de conector	CCS 2 / JEVS G105 CHAdeMO
Estándar Conexión AC	EN61851-1:2010 (Renault / Daimler compatible)
RFID data	
Sistema RFID	<i>FeliCaTM</i> 1, modo de lectura NFC
Conexión de red	Modem GSM / CDMA 10/100 Base-T Ethernet
Data Mecánica	
Dimensiones (Altura*Ancho*Profundidad)	1900mm * 565mm * 780mm
Peso	325 kg.
Volumen	0.76 m ³
Dimensiones con empaque (Altura*Ancho*Profundidad)	2100mm * 1200mm * 800mm
Peso incluido empaque	350 kg.
Peso de la cimentación de hormigón	400 kg.
Protección de impacto mecánico	IK08
Alojamiento	Acero inoxidable 430
Datos del medio ambiente	
Protección del medio ambiente	IP54
Rango de Temperatura – Operación	-10 °C a +50 °C (sin LTO) -35 °C a +50 °C (con TLO)
Rango de Temperatura – Almacenamiento	-40 °C a +70 °C
Humedad	20% - 95% RH- sin condensación
Niveles de ruido	65 dBA
Altitud	2000 m máximo

Esta tabla se podrá llenar dependiendo de cada modelo adquirido, pues si bien entre los TERRA 54 existen características similares no todas son las mismas, esto se podrá observar en su catálogo antes de la entrega.

3.1.4.3. Cálculos y estimaciones

Si bien no existe una metodología específica a seguir para este tipo de instalaciones, se puede utilizar la guía de una instalación eléctrica general que se usa en la ingeniería, con las características básicas: la demanda, la corriente nominal que tendremos, la resistencia.

Mediante las siguientes fórmulas de potencia calcularemos la potencia real y la corriente nominal.

$$P = S * \cos(\varphi) \quad (2)$$

$$I_{nom} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos(\varphi)} \quad (3)$$

Donde:

P= Potencia real,

S= Potencia aparente,

Cos(φ)= factor de potencia entregado por ARCONEL,

Inom= Corriente nominal,

V= voltaje de la red.

El cable recomendado por la compañía ABB cumple y con sobra la corriente nominal. Esto tomando en cuenta los valores de la siguiente tabla.

Tabla 3.6. Intensidad máxima soportada por el conductor en base a la sección, para voltajes de 18/30 kV en tuberías. [26]

Seccion (mm2)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255

185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

El cable recomendado es el YMVKAS mb $4 \cdot 70 + 70 \text{mm}^2$ y después de comparar los cálculos realizados en el ANEXO I con los 205 A mostrados en la tabla, vemos que cumple con la corriente nominal del conductor.

3.1.4.3.1. Corrientes de Falla

Un diseño debe tener en cuenta corrientes de fallas, esto porque la red empleada en el país es susceptible a maniobras o hasta fallas. Durante la materia de Introducción a Sistemas Eléctricos de Potencia, vimos el cálculo de corrientes de falla y de cortocircuitos. El cual lo vamos a resolver de la siguiente forma.

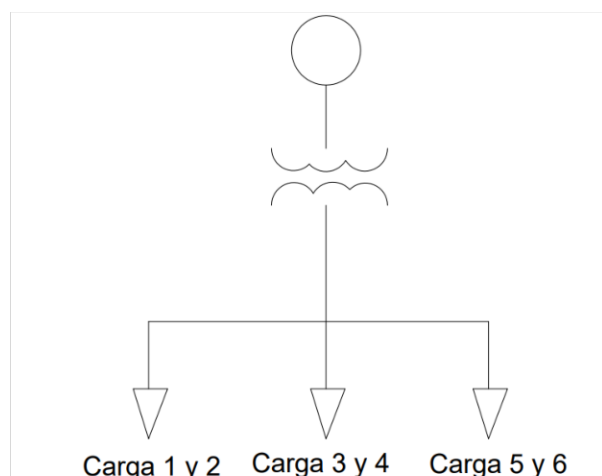


Figura 3.7. Diagrama del circuito de las Cargas. (Elaboración propia, 2023)

Se lo toma de esta forma porque las cargas son las únicas que tendrán que pasar por el transformador a adquirir. La iluminación, sistemas de sonido, sistemas de entretenimiento que se necesitaran no necesita un análisis extenso o diferente pues son cargas comunes.

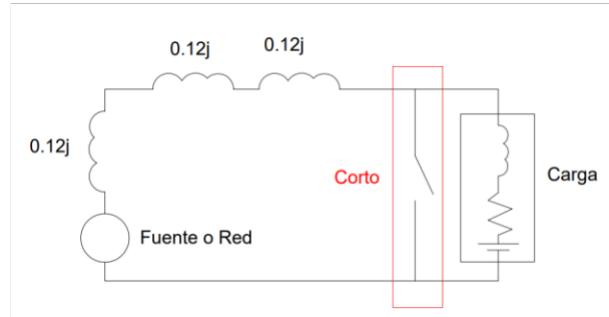


Figura 3.8. Circuito equivalente de la representación de un Corto Circuito. (Elaboración propia, 2023)

Se presentan los cálculos en Anexo I, Calculo de Corrientes de Falla. Y con estos resultados podemos obtener el calibre del cable de la siguiente forma:

$$\Delta_{MCM} = IF \frac{197.4}{\sqrt{\left(\frac{T_{CAP}}{t_{ca} pr}\right) \times \ln\left(\frac{K_o \cdot T_{im}}{K_o + T_a}\right)}}$$

Mediante una aproximación se puede obtener la siguiente relación con una precisión razonable:

$$\Delta_{MCM} = If \times Kf \times \sqrt{tc}$$

Y la constante podemos obtener del siguiente cuadro:

DESCRIPTION	Material conductivity (%)	ρ_r factor at 20°C (1/°C)	K_o at 0°C (0°C)	Fusing temperature T_m	ρ_r 20°C ($\mu\Omega \cdot cm$)	TCAP thermal capacity [$J/(cm^3 \cdot ^\circ C)$]	Kf
Copper, annealed soft-drawn	100	0,00393	234	1083	1,72	3,42	7
Copper, commercial hard-drawn	97	0,00381	242	1084	1,78	3,42	7,06
Cooper-clad steel wire	40	0,00378	245	1084	4,4	3,85	10,45
Cooper-clad steel wire	30	0,00378	245	1084	5,86	3,85	12,06
Cooper-clad steel rod	20	0,00378	245	1084	8,62	3,85	14,64
Aluminum, EC grade	61	0,00403	228	657	2,86	2,56	12,12
Aluminum, 5005 alloy	53,5	0,00353	263	652	3,22	2,6	12,41
Aluminum, 6201 alloy	52,5	0,00347	268	654	3,28	2,6	12,47
Aluminum-clad steel wire	20,3	0,0036	258	657	8,48	3,58	17,2
Steel, 1020	10,8	0,00316	605	1510	15,9	3,28	15,95
Stainless-clad steel rod	9,8	0,0016	605	1400	17,5	4,44	14,72
Zinc-coated steel rod	8,6	0,0032	293	419	20,1	3,93	28,96
Stainless steel, 304	2,4	0,0013	749	1400	72	4,03	30,05

Figura 3.9. Cuadro para la obtención de las constantes de los materiales Kf, [2]

$$\Delta_{MCM} = 3 * 1.909225234 * 7 * \sqrt{0.5} = 28.35054831MCM$$

3.1.4.3.2. Diseño de Puesta a Tierra

En la mayoría de viviendas, o hasta incluso locales, en nuestro país se suele omitir la instalación de una puesta a tierra. Y para que esta instalación tenga la protección adecuada a continuación realizaremos el cálculo de la puesta a tierra. Para este cálculo existen ya varias normas establecidas como las siguientes:

- NEPA70 “NEC”. – Instalaciones eléctricas de una amplia gama amplia de aplicaciones: mucho sobre puesta a tierra y uniones equipotenciales.
- NOM-001-SEDE-2005. – Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas. Basada en NPFA-70; la NEC en español
- IEEE-141.- IEEE Práctica recomendada para distribución de luz en plantas industriales.
- IEEE Práctica para puesta a tierra de sistemas industriales/comerciales
- IBNORCA 777.- Norma boliviana sobre sobre instalaciones eléctricas.
- IEEE-80.- IEEE Guía para puesta a tierra para seguridad de personal en subestaciones.
- Motorola R56.- Estándares y Guías para Predios de Comunicaciones.
- Megger Folleto sobre mediciones. – Megger “Acercándose a la Tierra” Guía sobre buenos métodos de hacer mediciones de confianza y precisión.
- IEEE-1000.- IEEE Práctica recomendada para alimentación eléctrica y puesta a tierra para equipos electrónicos.

La norma IEEE 80-2000 será la tomada en cuenta para nuestro diseño. Comenzando así por en dimensionamiento de la siguiente forma:

$$A = L_x \cdot L_y \quad (7)$$

Donde:

L_x , es el lado menor de la malla.

L_y , es el lado mayor de la malla.

A , es el área de cálculo para nuestra puesta a tierra.

Por recomendación de la norma se tiene que agregar uno o dos metros a la cerca perimetral, esto con la finalidad de que la diferencia de potencial en los bordes de nuestra

instalación no pueda causar daños a los usuario, personal técnico y personas que se encuentren circulando la instalación en caso de que ocurra una contingencia.

Nuestra área inicial es una de 930 m^2 , esta con los lados iniciales de 31 m y de 30 m. Así que nuestra área para la malla será la siguiente:

$$A = 32 \text{ m} * 31 \text{ m}$$

$$A_{\text{malla}} = 992 \text{ m}^2$$

Un dato que necesitamos para continuar con los siguientes cálculos es la resistividad del suelo ρ , que puede ser obtenido por medición ya sea por el método de Wenner o el de Schlumberger. No tenemos la posibilidad de realizar estas mediciones, pero gracias a tablas varias tablas podemos asumir un valor promedio de resistividad de $\rho = 400 \Omega * m$.

Tabla 3.7. Tabla de resistividad del suelo. [1]

Naturaleza terreno	Resistividad en $\Omega \cdot m$
Terrenos pantanosos	± 3 a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silice	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5000
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1500 a 10000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Para mejorar las características del suelo se puede agregar una capa de piedra picada, esto para aumentar los valores tolerables de las tensiones de paso y toque, brindándonos de flexibilidad en el diseño de la malla. Según la norma el espesor permisible para la capa de piedra picada puede estar dentro del rango de 0.08 y 0.2 metros de profundidad. Y la resistividad de la capa de piedra que tendremos será de $\rho_s = 2500 \Omega * m$, esto obtenido de la tabla 3.8.

Tabla 3.8. Resistividad típica de los materiales usados en la capa superficial. [2]

Descripción del material utilizado para la capa de piedra superficial	Resistividad ejemplo $\Omega\cdot m$	
	Seco	Húmedo
Granito molido	140×10^6	1.300 (suelo húmedo, 45 $\Omega\cdot m$)
Granito molido (1.5") (0.04 m)	4000	1.200 (agua de lluvia, 100 W)
Granito molido (0.75-1") (0.02-0.025 m)	-	6513 (10 min después de 45 $\Omega\cdot m$ de agua evaporada)
Granito lavado #2 (1-2") (0.02-0.025 m)	1.5×10^8 a 4.5×10^8	5000 (agua de lluvia, 100 $\Omega\cdot m$)
Granito lavado #3 (2-4") (0.05-0.1 m)	2.6×10^8 a 3×10^8	10000 (agua de lluvia, 100 $\Omega\cdot m$)
Piedra picada (tamaño desconocido)	7×10^6	2000 a 3000 (suelo húmedo, 45 $\Omega\cdot m$)
Granito lavado similar a la gravilla (0.75")	2×10^6	10000
Granito lavado similar a la gravilla	40×10^6	5000
Granito lavado #57 (0.75") (0.02 m)	190×10^8	8000 (suelo húmedo, 45 $\Omega\cdot m$)
Asfalto	2×10^6 a 30×10^6	
Concreto	1×10^8 a 1×10^9	10000 a 6×10^6

El factor C_s lo calcularemos usando la siguiente forma:

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0.09} \quad (8)$$

Donde:

C_s , es el factor de disminución de la capa superficial.

ρ , es la resistividad del suelo [Ωm].

ρ_s , es la resistividad de la capa de piedra [Ωm].

h_s , es el espesor de la capa superficial [m].

Lo siguiente a tomar en cuenta es el voltaje de toque y de paso, que se calculara con las siguientes formulas, tomando en cuenta una persona de 50 kg y 70 kg, como se muestra en la norma y estableceremos un tiempo de falla de 0.4s:

- Voltaje de toque y paso con persona de 50kg

$$E_{toque,50} = (1000 + 1.5 C_s \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{ts}} \quad (9)$$

$$E_{paso,50} = (1000 + 6 C_s \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{ts}} \quad (10)$$

- Voltaje de toque y paso con persona de 70kg

$$E_{toque,70} = (1000 + 1.5 C_s \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{ts}} \quad (11)$$

$$E_{paso,70} = (1000 + 6 C_s \rho_s) \frac{0.157}{\sqrt{ts}} \quad (12)$$

Donde:

ρ_s , es la resistividad de la capa de piedra [Ωm].

C_s , es el factor de disminución de la capa superficial.

t_s , es el tiempo de duración de la falla.

La resistencia de la malla la calcularemos usando la ecuación de Sverak

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \quad (13)$$

Donde:

L_T = Longitud total de conductores enterrados en metros

ρ = Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

A=Area ocupada por la malla de tierra en m^2

H=Profundidad de la malla en m

Se desarrollan los cálculos en el Anexo II.

Tabla 3.9 Cuadro resumen de los valores críticos para el diseño.

Calibre mínimo del conductor	28.35054831MCM
Tensión de toque para persona de 50 kg	$E_{toque,50} = 765.090502 V$
Voltaje de malla diseñada	734.2608 V
Numero de barras en el eje X	10
Numero de barras en el eje Y	10
Dx	3.2
Dy	3.1

La condición para que la malla actúe es que el voltaje de la malla debe ser menor al voltaje mínimo, entre los voltajes de toque o de paso. En nuestro caso la condición más crítica es la de voltaje de toque con una persona de 50 kg.

$$V_{malla} < E_{toque,50}$$

$$734.2608 V < 765.090502 V$$

Con esto se cumple con la condición de diseño de la malla.

3.1.4.4. Construcción

La construcción de los cimientos del módulo adquirido dependerá del sitio donde se ubica el punto de carga. Si el suelo esta descubierto primero debemos usar concreto para entregar una base estable y fuerte. Los siguientes pasos son los que se deben seguir:

1. Realizar un agujero en el suelo con mínimo las siguientes dimensiones 814mm*579mm.
2. Asegurarse de que los conductos de los cables estén en dirección del frente del módulo.
3. Ubicar la base en el agujero realizado.
4. Pasar los cables atreves del agujero indicado.
5. Asegurarse que la superficie de la base este por lo menos 15mm sobre el nivel de la tierra para evitar que el agua entre en el modelo.
6. Asegurarse de que al menos un metro de cable esté disponible para realizar la conexión de internet.
7. Una vez recibido el modelo se deberá desenvolver el módulo, las protecciones de plástico y la envoltura interior.
8. Remover los la base con forma U del modelo TERRA 54, se necesitará una llave Allen tamaño 4.
9. Abrir la puerta del frente y posteriormente abrir la puerta lateral.
10. Aflojar y quitar los cables para el poder y el internet, de ser necesario. Ubicar estos cables en una posición segura, serán reinstalados después
11. Cerrar las puertas, empezando por la lateral y luego la puerta frontal.
12. Remover las tuercas de la base y mover el módulo a su ubicación.
13. Para moverlo se tienen dos opciones en la parte superior ganchos para sujetar y elevarlos, o en la parte inferior espacios para usar un carro de carga.
14. Para la conexión del cable de protección de tierra lo sacaremos de la alimentación y lo llevamos hasta la tierra. Se recomienda que se deje una longitud considerable en caso de que un vehículo choque asegurarse de que la protección no se desconecte.
15. Conectar un terminal del módulo al cable de protección de tierra, aflojar el tornillo del conector de la protección de tierra, conectar el cable para luego apretar el tornillo.

16. El mismo proceso se realizará con las fases y el neutro, estos quedaran de la siguiente forma de izquierda a derecha L1 café, L2 negro, L3 gris y azul para el neutro.



Figura 3.10 Disposición de cables L1, L2, L3, Neutro y Protección a tierra. [12]

3.2 Conclusiones

- Los puntos de carga en nuestro país son escasos, debido a que en nuestro país estamos en las etapas iniciales de implementar un plan de electromovilidad. La mayoría de infraestructura existente se encuentran en centros comerciales y viviendas privadas, estamos lejos de poseer la infraestructura necesaria para implementar un plan a nivel nacional.
- En nuestro país vemos que la comercialización de los vehículos eléctricos está comenzando a crecer. Según el boletín de la industria automotriz, las ventas de vehículos eléctricos de 2021 a 2022 es de 753 unidades. Aunque frente a las 258 833 unidades vendidas registradas en el mismo periodo, es un aumento importante respecto a años anteriores cuando en términos porcentuales no suponen ni el 0.109% (este porcentaje es del 2016 al 2019) y en este año ya representan el 0.29% de las ventas. Esto indica que su venta se ha duplicado en la mitad del tiempo.
- El pueblo ecuatoriano está comenzando a ver los vehículos eléctricos como una alternativa viable a los vehículos convencionales. Las regulaciones e incentivos implementados juegan un papel importante y facilitan la comercialización de estos vehículos, ya que pueden reducir el precio de los automóviles hasta en un 80% de su valor original. Gracias a regulaciones como la Nro. SM-2021-237 estos están exceptos a las restricciones vehiculares que si deben cumplir los vehículos convencionales.
- En comparación con los países vecinos, nos encontramos en una etapa muy temprana de desarrollo. Algunos países latinoamericanos ya cuentan con transporte público eléctrico, como lo son Brasil y Chile. Estos lugares ya cuentan con rutas que son realizadas por vehículos totalmente eléctricos.
- Las emisiones de GEI del país puede disminuir considerablemente, ya que vimos que un 50.7% de su generación es del transporte. Cambiar nuestro medio de transporte es uno de los objetivos más importantes porque gran parte de la población utiliza este medio de transporte.
- La actualización y reforzamiento de la red deberá comenzar a realizarse, la EQQ ya ha publicado varios procesos a los que tienen como objetivo el reforzamiento de redes EEQ, reforzamiento de redes CNEL, reforzamiento del Sistema Nacional de

Distribución, entre estos están: Procesos BID, Procesos CAF, Procesos BID II, Procesos AFD, Procesos BID III, Procesos BID V y Procesos BID VI.

- La Empresa Eléctrica Quito y Terpel (en Guayaquil), son de los pioneros en sus respectivas ciudades y han comenzado a implementar ya puntos de carga. En Guayaquil se encuentra ya la electrolinera más grande a nivel nacional en la actualidad y en Quito la EEQ ya tiene algunos puntos de carga en sus instalaciones para encargarse ellos mismo de su mantenimiento y operación.
- El tiempo de carga de cada vehículo depende no solo del módulo de carga, sino que hay varios aspectos que influyen en el tiempo de carga. La autonomía del automóvil, el tipo de batería, la potencia de la batería y si la batería esta completamente descargada o solo parcialmente, son características que afectan el tiempo de carga del automóvil. La agencia de Regulación ya tiene establecido la tarifa mínima que es de 9.2 centavos de dólar.
- La instalación de las electrolineras es uno de los aspectos fundamentales para poder avanzar con la comercialización masiva de vehículos eléctricos. Como resultado tenemos los siguientes aspectos a tomar en cuenta: la ubicación, el plano, cálculo del calibre del cable, características del módulo a utilizar y una guía para su debida instalación. La inversión es uno de los aspectos críticos que inciden en la implementación de muchos de los planes y estrategias que se proponen en el país. Como ejemplo se tiene el presupuesto que se utilizó en una electrolinera en Guayaquil, el cual fue de alrededor de 100 000 dólares, según la entrevista entregada al periódico El Universo.

3.3 Recomendaciones

- Desarrollar un programa de comunicación y difusión de la electromovilidad. La presentación de los vehículos eléctricos y los beneficios que se obtienen al adquirir uno deben tener una mayor difusión en los medios. Existen agencias de manejo de imagen que trabajan en conjunto tanto con empresas privadas como con públicas que pueden ayudar en esto. La feria de vehículos Automundo 2022 es un ejemplo de las formas de difusión que se deben seguir empleando para poder alcanzar un mayor público.
- Estudiar la situación de la electromovilidad en nuestros países vecinos para poder aplicarlas en nuestra realidad. El ejemplo que hay en algunos países de Latinoamérica, como Chile y México, son de gran ayuda ya que son países que ya han implementado estrategias de las cuales se puede aprender tanto de sus aciertos como de sus errores.
- Crear contacto con proveedores, como lo son ABB, es de gran ayuda en cuanto a capacitación sobre la instalación y el mantenimiento de sus productos. Los módulos de carga deben ser instalados correctamente para evitar su malfuncionamiento.
- Desarrollar programas de capacitación de las nuevas tecnologías que la electromovilidad, desde el correcto manejo de los módulos de carga para el público general hasta la capacitación del personal que se encargara de dichos módulos.
- Seguir los pasos e indicaciones establecidos en los resultados para la instalación de los puntos de carga; ya sea en la parte de diseño como en la de construcción.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. H. D. C. E. & G. E. S. SANZ A., LA RESISTIVIDAD DEL SUELO EN FUNCION DE LA FRECUENCIA., Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2010.
- [2] E. P. Nacional, NOTAS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIO VOLTAJE, Quito: EPN, 2021.
- [3] L. A. O. O. Henry Paúl Barros Guiracocha, Análisis y Diseño de la Instalación Eléctrica de una Electrolinea en la ciudad de Cuenca, Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana SEDE Cuenca, 2018.
- [4] B. -. B. Interamericano, Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador Consultoría para la elaboración de una Estrategia Nacional de Electromovilidad en Ecuador, Quito: BID, 2021.
- [5] E. a. ONU, ESTADO DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, Sé, Brasil: ONU, 2019.
- [6] Varusecuador, «Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador "Consultoría para la elaboración de una Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador",» *Hinico*, p. 88, 2021.
- [7] B. Virtual, «BIRF-AIF,» 15 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.bancomundial.org/es/events/2020/09/15/electromovilidad-camino-hacia-un-transporte-publico-cero-emision-en-2040>.
- [8] A. a. I. E. d. P. N. d. E. E. d. E. BID, Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035, Quito: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2017.
- [9] ABB, Terra 54 multi-standard DC charging station, Quito: ABB, 2019.
- [10] BID, Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador "Consultoría para la elaboración de una Estrategia Nacional de Electromovilidad en Ecuador", BID, 2021.
- [11] Varus, «varusecuador.com,» 2022. [En línea]. Available: <https://varusecuador.com/guayaquil-obliga-a-marcas-a-identificar-sus-estandares-de-carga/>.
- [12] ABB, Terra 54 / 54HV charger Installation Manual, Quito: ABB, 2022.
- [13] EEA, Guidebook 2019, COPERT 5.4, -: EEA, 2020.
- [14] Varus, «La red nacional de electrolineas en Ecuador,» 2020. [En línea]. Available: <https://varusecuador.com/red-nacional-de-electrolineas-en-ecuador/>.

- [15] Varus, «La venta de autos eléctricos en Ecuador crece en un 80%,» 2022. [En línea]. Available: <https://varusecuador.com/venta-de-autos-electricos-en-ecuador-crece-en-un-80/>.
- [16] P. Contact, DC charging cable - EV - GBG4C-DC125A-5 0M35ESBK021 - 1031381, -: Phoenix Contact 2020, 2020.
- [17] REMA, GBT/AC Connector, -: REMA Group, 2019.
- [18] CHAdeMO, «CHAdeMO,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.chademo.com/technology/certification>.
- [19] cannon, CCS 1 and CCS 2 DC Fast Charging Connectors, -: ITTcannon, 2021.
- [20] ABB, Smarter Mobility Terra 54 multi-standard DC charging station, Quito: ABB EV Infrastructure, 2019.
- [21] E. Cables, «VG-YMvKas mb and VO-YMvKas mb cables,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.elandcables.com/cables/vg-ymvkas-mb-vo-ymvkas-mb-cables>.
- [22] ABB, «Información detallada para: Terra CE 54 CJG 4N1-7M-0-0,» 2022. [En línea]. Available: <https://new.abb.com/products/es/6AGC063056/terra-ce-54-cjg-4n1-7m-0-0>.
- [23] ARCONEL, Regulación No. CONELEC - 004/11, Quito: ARCONEL, 2011.
- [24] RACE, «RACE Nunca estaras solo "Cómo son las baterías de los coches eléctricos",» 2020. [En línea]. Available: <https://www.race.es/como-son-baterias-coches-electricos#:~:text=Tipos%20de%20bater%C3%ADas%20de%20coches%20el%C3%A9ctricos&text=Las%20primeras%20bater%C3%ADas%20fueron%20las,son%20las%20de%20i%C3%B3n%20litio.&text=ha%20sido%20la%20m%C3%A1s%20utilizada,de%20>
- [25] P. M. A. Cristina, Análisis del Plan Nacional de Eficiencia Energética en el Ecuador, Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2020.
- [26] P. GROUP, Soluciones para Media Tensión cables y accesorios, -: -, 2016.
- [27] EEQ, EEQ EXPONDRÁ AVANCES EN MOVILIDAD EFICIENTE DURANTE FERIA AUTOMUNDO 2022, Quito: -, 2022.
- [28] M. d. D. U. y. Vivienda, Norma Ecuatoriana de la Contrucción Instalaciones Eléctricas, Quito: MIDUVI, 2018.
- [29] BID, «Financiamiento y Donaciones,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/financiamiento-del-bid/financiamiento-del-bid%2C6028.html>.
- [30] E. Universo, «Conozca cuanto cuesta "tanquear" un auto en la nueva electrolinera Terpel Voltex de Guayaquil,» *El Universo El Mayor Diario Nacional*, pp. -, 07 Abril 2022.

- [31] E. Universo, «Reducción de precios en vehículos eléctricos e híbridos valorados en más de \$ 35.000 se reflejará en 2022,» *El Universo* , pp. -, 06 Diciembre 2021.
- [32] S. d. M. M. d. D. M. d. Quito, Resolución Nro. SM-2021-237, Quito: Municipio de Distrito Metropolitano de Quito, 2021.
- [33] ARCERNNR, Pliego Tarifario para los proveedores del servicio de carga de energía a vehículos eléctricos límites máximo del costo, -: Secretaria General ARCERNNR, 2022.
- [34] M. d. E. y. R. N. N. Renovables, Balance Energetico Nacional 2021, Quito: Gobierno del Encuentro, 2021.
- [35] CNEL, Plan Estratégico 2021-2025, Quito: CNEL, 2021.
- [36] T. F. Charge, «Fast Charge,» 02 Agosto 2022. [En línea]. Available: <https://www.fastcharge.email/p/ev-charging-curves-and-why-they-are>.