

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“PROPUESTA DEL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA
PARA FUTURA ADQUISICIÓN DE BUSES ELÉCTRICOS EN LA
UNTELS”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

HUILLCA BOBADILLA, JOSÉ ARTURO

Villa El Salvador

2020

DEDICATORIA

A mi familia, por apoyándome en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Al CARELEC que contribuyeron a promover mi aprendizaje en este tema. A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur y sus docentes por los años de enseñanza, a mi asesora por guiarme en esta etapa.

ÍNDICE

RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	3
A. GENERAL	3
B. ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. BASES TEÓRICAS	4
1.1.1. Marco Teórico General	4
1.1.1.1 Antecedentes.....	4
1.1.2. Marco Teórico Especifico.....	6
1.1.2.1. Vehículo Eléctrico	6
A. Tipos de Vehículos Eléctricos	7
A.1. Battery Electric Vehicle (BEV).....	7
A.2. Hybrid Electric Vehicle (HEV).....	7
A.3. Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	8
A.4. Extended Range Electric Vehicle (EREV)	9
A.5. Fuel Cell Electric Vehicle (FECV).....	10
B. Baterías	12
B.1. Tipos de Batería.....	13
1.1.2.2 Infraestructura de recarga.....	17
A. Recarga de Buses eléctricos.....	17
A.1. Recarga tipo Pantógrafo	17
A.2. Recarga por Inducción	18
A.3. Recarga tipo Plug-In	19
B. Clasificación de los puntos de recarga	20
B.1. Velocidad de recarga.	20
B.2. Modo en que se conecta el vehículo para su recarga	21
B.3. Tipos de conectores.....	25
C. Tipos de esquemas para la recarga de un VE.....	29
C.1. Recarga en fincas mediante circuitos colectivos	30
C.2. Recarga en fincas mediante circuitos individuales	32
1.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	34

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL	36
2.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL TRABAJO	36
2.1.1 Temporal	36
2.1.2 Espacial.....	36
2.2. DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	36
2.2.1. Descripción del Problema	36
2.2.2. Justificación del Problema	37
2.3. MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO	37
2.3.1. Metodología para el desarrollo del proyecto.....	37
A.1. Determinar las necesidades que satisface la movilidad actual con la que dispone la UNTELS.....	37
A.2. Determinar el tipo de bus eléctrico que según su grado de electrificación es idóneo para ser adquirido por la UNTELS.....	40
A.3. Analizar situaciones similares donde se haya implementado este tipo de Bus eléctrico en Perú o Latinoamérica.	44
A.4. Seleccionar el modelo de bus eléctrico en base a las actividades anteriormente realizadas.....	48
B.1. Determinar el tipo de recarga que requiere el bus eléctrico seleccionado para la UNTELS	50
B.2. Analizar experiencias anteriores de implementaciones de estaciones de recarga en Perú.....	51
B.3. Seleccionar la estación de recarga necesaria para abastecer el bus eléctrico recomendado para la UNTELS.	52
C.1. Obtener las características del sistema eléctrico de la UNTELS y proponer el espacio de la estación de recarga	54
C.2. Calcular la demanda eléctrica de la estación de recarga propuesta para la UNTELS y circuitos adicionales.....	57
C.3. Dimensionamiento de los conductores eléctricos y equipo de protección requeridos para la estación de recarga.	57
2.4. RESULTADOS	67
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73

ANEXO 1: PLANO DE LA INSTALACIÓN.....	74
ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DEL INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA.	75
ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL.....	80
ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DEL BUS K7.....	81
ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS DEL CARGADOR EVA040KI.....	82
ANEXO 6: CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR N2XOH	83
ANEXO 7: CUADRO DE CARGAS DE LA UNTELS	86
ANEXO 8: DATOS DEL TRANSFORMADOR DE 400 KVA.....	87
ANEXO 9: MÁXIMO DE CONDUCTORES PERMITIDOS POR DUCTO	88

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Esquema del BEV	8
Figura N° 2: Esquema del HEV	9
Figura N° 3: Esquema del PHEV	10
Figura N° 4: Esquema del FCEV	11
Figura N° 5: Tipos de baterías usadas en vehículos eléctricos	16
Figura N° 6: Recarga de un bus eléctrico mediante un Pantógrafo	18
Figura N° 7: Recarga de un bus eléctrico por inducción	19
Figura N° 8: Recarga de un bus eléctrico	19
Figura N° 9: Modos de recarga	24
Figura N° 10: Tipos de conectores para vehículos eléctricos	28
Figura N° 11: Esquema 1a para la recarga de vehículos eléctricos	31
Figura N° 12: Esquema 1b para la recarga de vehículos eléctricos	31
Figura N° 13: Esquema 4b para la recarga de vehículos eléctricos	32
Figura N° 14: Esquema 1c para la recarga de vehículos eléctricos	33
Figura N° 15: Esquema 3a para la recarga de vehículos eléctricos	33
Figura N° 16: Esquema 3b para la recarga de vehículos eléctricos	34
Figura N° 17: Buses de la UNTELS	38
Figura N° 18: Recorrido del bus de la UNTELS	39
Figura N° 19: Eficiencia del BEV y el FCEV	41
Figura N° 20: Eficiencia del BEV con energía producida por petróleo	42
Figura N° 21: Eficiencia del BEV en Perú	43
Figura N° 22: Bus 100% eléctrico de Engie	44
Figura N° 23: Bus 100% eléctrico de Engie para la Minería	45
Figura N° 24: Bus 100% eléctrico de ETUL 4 S.A.	45
Figura N° 25: Bus 100% eléctrico del corredor rojo de Lima	46
Figura N° 26: E-Titan Bus de MODASA	46
Figura N° 27: Características del Bus K9F	47
Figura N° 28: Estación de recarga de Engie en Cajamarca, Estación de recarga Lima E-bus	51
Figura N° 29: Estación de recarga PRIMAX	51
Figura N° 30: Estaciones de recarga implementadas por ENGIE	52
Figura N° 31: Estación de recarga EVA040KI y EVA080KI	53
Figura N° 32: Detalle de la ubicación de la estación de recarga	56

Figura N° 33: Bus K7 y estación de recarga EVA 040KI	56
Figura N° 34: Esquema para la instalación del Bus K7	67
Figura N° 35: Bus K7 del fabricante BYD	68
Figura N° 36: Diagrama unifilar de la estación de recarga	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de los tipos de VE	12
Tabla 2: Comparación de tipos de batería.....	15
Tabla 3: Características generales de los vehículos eléctricos.....	40
Tabla 4: Casos de buses implementados.....	47
Tabla 5: Comparativa de precios de fabricantes de buses eléctricos	48
Tabla 6: Oferta de buses de BYD.....	49
Tabla 7: Datos de estaciones de recarga	53
Tabla 8: Cuadro de cargas existentes de la UNTELS	55
Tabla 9: Potencia libre de la UNTELS	55
Tabla 10: Cuadro de cargas de la infraestructura.....	57
Tabla 11: Características técnicas del conductor N2XOH	60
Tabla 12: Potencias de cortocircuito	62
Tabla 13: Datos de conductores	65
Tabla 14: Corriente de cortocircuito de la instalación	66
Tabla 15: Características del Bus K7	67
Tabla 16: Resultados del dimensionamiento	69

RESUMEN

El presente trabajo de investigación esta propuesto para la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS) y tiene como propósito presentar el diseño de una infraestructura de recarga para un bus eléctrico en dicha institución; considerando la flota de buses actuales y eligiendo un bus en específico que permitió seleccionar una estación de recarga para la cual se realizó el diseño de su infraestructura eléctrica.

El trabajo de investigación se justificó por poseer relevancia tecnológica, social y por su conveniencia en la utilización de buses eléctricos en una institución que imparte tecnología como es la UNTELS. El referencial teórico se fundamenta en el concepto de Vehículos Eléctricos del autor Jesús Trashorras Montecelos, quien sustenta las definiciones, diseños y aplicaciones de los vehículos eléctricos. Los resultados evidencian que un bus eléctrico puede formar parte de la flota de la UNTELS en un futuro próximo, el cual puede ser recargado en la infraestructura cuyo diseño se propone en el presente trabajo de investigación, como consecuencia del diseño de la infraestructura y el reemplazo de un bus se podrá tener un ahorro en el consumo de combustibles, 0% emisión de gases de efecto invernadero que influye directamente en la calidad de vida de las personas, Concluyéndose que la UNTELS en un futuro deberá considerar el diseño de una infraestructura de recarga para la adquisición de buses eléctricos que coadyuven al desarrollo de la Electromovilidad en el Perú.

Palabras clave: Electromovilidad, estaciones de recarga, buses eléctricos, autonomía.

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación titulado “Propuesta del diseño de una infraestructura de recarga para la futura adquisición de buses eléctricos en la UNTELS” se consideró principalmente los siguientes antecedentes: Barros H. y Ortega L. “Análisis y Diseño de la Instalación Eléctrica de una Electrolinera en la Ciudad de Cuenca”, así mismo Salmerón J. “Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera” y finalmente Zúñiga V. “Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en Lima metropolitana”.

Para la investigación se ha formulado el problema general ¿Cómo se diseñará la infraestructura de recarga para una futura adquisición de buses eléctricos en la UNTELS?, interrogante que a través de la investigación se ha dado respuesta. El motivo fundamental del presente trabajo considera diseñar una infraestructura que permita recargar buses eléctricos y como repercusión contribuir con la movilidad sostenible lo cual influirá de manera positiva en la calidad de vida de las personas y el medio ambiente. Así mismo los resultados obtenidos de la investigación servirán de base para incentivar en implementar nuevas tecnologías que permitan complementar la propuesta.

El objetivo principal es diseñar la infraestructura de recarga para una futura adquisición de buses eléctricos en la UNTELS. Así mismo para un estudio sistematizado del problema, la investigación se ha estructurado de la siguiente manera, en el capítulo I se encuentra el marco teórico general donde se señalan los antecedentes, como también el marco teórico específico donde se precisan definiciones acerca de los vehículos eléctricos, conectores, baterías y tipos de recarga, además de las definiciones de los términos básicos. En el capítulo II, se encuentra la determinación y análisis del problema, el modelo de solución propuesto donde se siguen actividades planteadas para conseguir desarrollar el trabajo de investigación y terminando el capítulo se presentan los resultados del trabajo.

Para finalizar el trabajo de investigación realizado se redactan las conclusiones, recomendaciones y se describe la referencia bibliográfica utilizada, como también se consideran los anexos con información que valide la investigación realizada.

OBJETIVOS

A. GENERAL

Diseñar la infraestructura de recarga para futura adquisición de buses eléctricos en la UNTELS

B. ESPECÍFICOS

1. Seleccionar un bus eléctrico que se adecue a las necesidades de transporte de personas en la UNTELS
2. Determinar la estación de recarga que requiere el bus eléctrico seleccionado para la UNTELS
3. Dimensionar los conductores y los equipos de protección considerando la demanda eléctrica de la estación de recarga propuesta para la UNTELS

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. BASES TEÓRICAS

1.1.1. Marco Teórico General

1.1.1.1 Antecedentes

Barros H. y Ortega L. (2018). Análisis y Diseño de la Instalación Eléctrica de una Electrolinera en la Ciudad de Cuenca. Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado Ingeniero Eléctrico. Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana, en sus conclusiones manifiestan: Analizar los tipos de infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos, es de gran utilidad para identificar y distinguir los modos de recarga existentes y los conectores estandarizados que se utilizan con cada uno de estos tipos de recarga y optar por el modo de recarga rápida para el diseño del proyecto

Salmerón J. (2012). Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera. Proyecto de fin de carrera. España. Universidad Carlos III de Madrid, En sus conclusiones manifiesta: La recarga rápida, presenta como principal inconveniente, la alta potencia demanda por cargador, ya que estamos hablando que cada cargador demanda una potencia aproximada de unos 59 kW, por lo que en el momento que se encuentren varios vehículos eléctricos en carga simultánea, y no se disponga de una infraestructura de recarga como la presentada en este documento, la red se verá afectada, debido a que la Red Eléctrica de España no está preparada para un aumento de potencia tan importante. Por otro lado, el desarrollo completo de la infraestructura de recarga, tal y como se presenta en este documento, provocaría un aumento de la energía, ya que se necesitaría tener una línea de MT, por cada electrolinera, por lo que la inversión en el sector de las redes de distribución aumentaría considerablemente.

Zúñiga V. (2014). Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en lima metropolitana. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico. Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, en sus conclusiones manifiesta: Finalmente, el vehículo eléctrico y características técnicas del mismo, cumplen los requerimientos para ciclos de conducción en Lima Metropolitana, pero no son suficientes para que el vehículo sea utilizado en autopistas, como Panamericana Sur o Norte, para efectuar viajes de largo recorrido. Para recorridos largos, se aconseja el uso de vehículos híbridos eléctricos, los cuales brindan una mayor autonomía, a costa de uso de combustibles fósiles.

Carbo J. y Mendoza S. (2017). Diseño de construcción y análisis de emplazamiento de electrolineras en Guayaquil y Samborondón. Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Informe previo a la obtención del Título de Ingeniero/a en Electricidad Especialización Potencia, en sus conclusiones manifiesta: Se tuvo gran aceptación sobre el cambio de vehículos convencionales por vehículos eléctricos por parte del público al cual fueron dirigidas las encuestas ya que están dispuestas a contribuir con el medio ambiente. Con tales resultados se llegó a la conclusión que la implementación de electrolineras sería de beneficio para los usuarios comprometidos en la compra de vehículos eléctricos. Sin embargo, las personas no están del todo dispuestas a esperar los 30 min estipulados de recarga; además, en los resultados de proyección de ventas la cantidad de autos 100% eléctricos era mínima con respecto a los vehículos híbridos. Como respuesta a esto las electrolineras servirían como emergencia, siendo un punto óptimo a colocar dos para cada ciudad.

Medina J. (2018). Estudio e implementación de electrolineras (servicio de carga de baterías para autos eléctricos): Electrogas S.A. Ecuador. Universidad San Francisco de Quito. Trabajo de Titulación previa a la obtención del grado de MBA En sus conclusiones manifiesta: El desconocimiento generalizado acerca de las prestaciones y beneficios de los vehículos eléctricos junto con las actuales estrategias de mercadeo de los fabricantes de vehículos no han permitido que la industria de automóviles

eléctricos se consolide. Sin embargo, un paso importante hacia la comercialización masiva de autos eléctricos será la instalación de estaciones de carga de baterías que aseguren su autonomía.

Alvarado S. (2017). Estudio de Factibilidad para la implementación de electrolinerías en el Distrito Metropolitano de Quito. Ecuador. Universidad Internacional de Ecuador. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero mecánico Automotriz. En sus conclusiones manifiesta: Son tres las marcas de vehículos que ofertan dentro de su portafolio vehículos 100% eléctricos, los cuales son estandarizados para la utilización de un mismo conector en las electrolinerías. De tal manera de mantener un mismo conector para futuros vehículos que ingresen en el país.

1.1.2. Marco Teórico Especifico

1.1.2.1. Vehículo Eléctrico

De forma general, entendemos como vehículo eléctrico (VE) es aquel que esta propulsado por uno o más motores eléctricos. [...] Aunque existen muchos tipos de VE (motos, bicicletas, entre otros), principalmente nos referimos al coche eléctrico. [...] A diferencia de los vehículos a combustión interna, que funcionan quemando combustible, un coche eléctrico obtiene la tracción de los motores eléctricos. Esta energía es almacenada en sistemas recargables, baterías, que luego consumen la energía almacenada durante su desplazamiento. (Trashorras, 2019, p. 2)

Como menciona Trashorras un VE se caracteriza por tener uno o más motores eléctricos para su propulsión, los cuales son alimentados de energía eléctrica por las baterías que posee, los más reconocidos dentro del campo de los VE son los autos eléctricos, aunque también abarca bicicletas, motos, buses, entre otros.

A. Tipos de Vehículos Eléctricos

Según el grado de electrificación, existen los siguientes tipos de VE:

A.1. Battery Electric Vehicle (BEV): Vehículo Eléctrico a batería

Coche a baterías, también llamado eléctrico puro. Únicamente utiliza uno o varios tipos de motores eléctricos y no cuenta con motor de combustión de ningún tipo. Los motores eléctricos son alimentados por batería que se recargan principalmente de la red eléctrica. (Trashorras, 2019 p. 3)

Según lo mencionado por Trashorras, el BEV se caracteriza por no tener motor a combustión interna en su interior, en cambio posee uno o más motores eléctricos para su propulsión, el cual se alimenta de la batería eléctrica del vehículo, que a su vez se recarga conectándose a la red eléctrica como se observa en la Figura N° 1, al no tener motor a combustión interna no emite gases de efecto invernadero (GEI) en su recorrido, pero si se pueden producir GEI al momento de la generación de la energía que suministra a las baterías, es decir la generación por parte de las centrales térmicas.

A.2. Hybrid Electric Vehicle (HEV): Vehículo Eléctrico Híbrido No enchufable)

Tiene un motor de combustión y uno o varios motores eléctricos. Tanto el motor de combustión como el eléctrico se utilizan para mover las ruedas del coche, y dependiendo del fabricante, puede funcionar en modo 100% eléctrico, mientras que en otros siempre funciona como motor eléctrico de apoyo. Dispone de baterías que se autorrecargan gracias al motor térmico y el sistema de recuperación de energía durante la frenada. (Trashorras, 2009, p. 3)

Como menciona Trashorras, este tipo de vehículo eléctrico se conforma tanto por un motor a combustión y uno o más motores eléctricos como se observa en la Figura N°2, que se utilizan independientemente para la propulsión del vehículo, en este tipo de vehículo las baterías que alimentan al motor eléctrico no pueden ser recargadas conectándose a la red eléctrica, sino en cambio son recargadas por el motor a combustión interna y los frenos regenerativos que posee, en este tipo de vehículo se logra mayores rendimientos del tipo de combustible que utilice gracias al motor eléctrico. Al tener motor a combustión que se alimenta de combustible fósiles emite GEI.

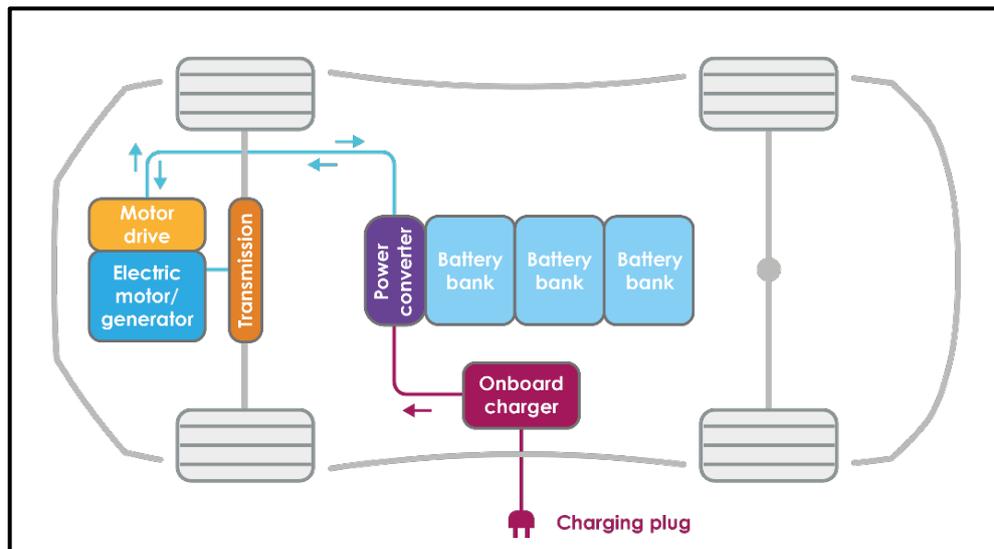


Figura N° 1: Esquema del BEV¹

A.3. Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV): Vehículo Eléctrico enchufable

“Combina un motor de combustión con una batería y un motor eléctrico. A diferencia de los híbridos no enchufables, disponen de baterías de mayor capacidad que se tienen conectados a la red eléctrica” (Trashorras,2019, p. 3).

¹ Esquema del BEV encontrado en <https://www.edx.org/es/course/electric-cars-introduction> donde se observa el motor, las baterías, el cargador interno, sistema de transmisión del vehículo, entre otros

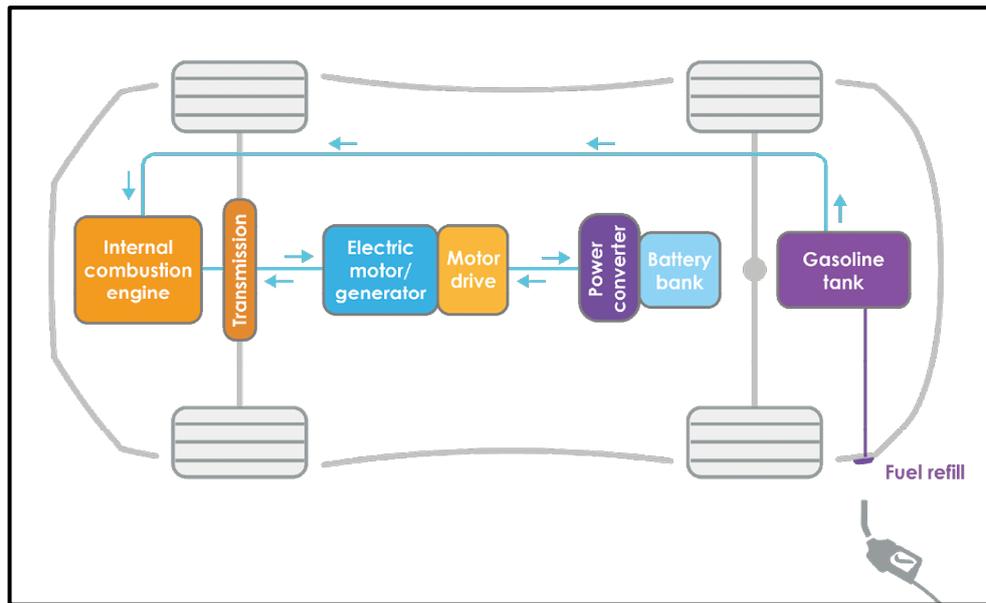


Figura N° 2: Esquema del HEV²

Como indica Trashorras, la estructura de este vehículo es muy similar al HEV como se observa en la Figura N°3, sus principales diferencias radican en que las baterías que posee este vehículo tienen mayor capacidad de almacenar energía lo cual hace que tengan una mayor autonomía en sus recorridos y su vez estas baterías se pueden ser recargadas conectándose a la red eléctrica punto que es muy útil, ya que se puede disponer de ambos tipos de recarga. Este vehículo al tener un motor a combustión interna emite GEI en su funcionamiento.

A.4. Extended Range Electric Vehicle (EREV): Vehículo Eléctrico de autonomía extendida):

“Tienen un motor de combustión que no sirve para impulsar el coche, sino que se utiliza como generador cuando la carga de las baterías se acaba. Suele ser enchufables o no enchufables a la red eléctrica” (Trashorras, 2019, p. 3).

² Esquema del HEV encontré en <https://www.edx.org/es/course/electric-cars-introduction> donde se observa el motor a combustión interna, motor eléctrico, batería, tanque de gasolina, entre otros.

Según indica Trashorras, este tipo de vehículo posee una estructura muy similar ya sea al HEV o al PHEV, se caracteriza principalmente en que el motor a combustión interna que posee lo utiliza para suministrar energía a las baterías, por lo cual se le puede considerar como un *vehículo eléctrico híbrido* que se clasificaría dependiendo de su recarga, si es conectado o no a la red eléctrica. Al tener motor a combustión interna emite GEI en su funcionamiento.

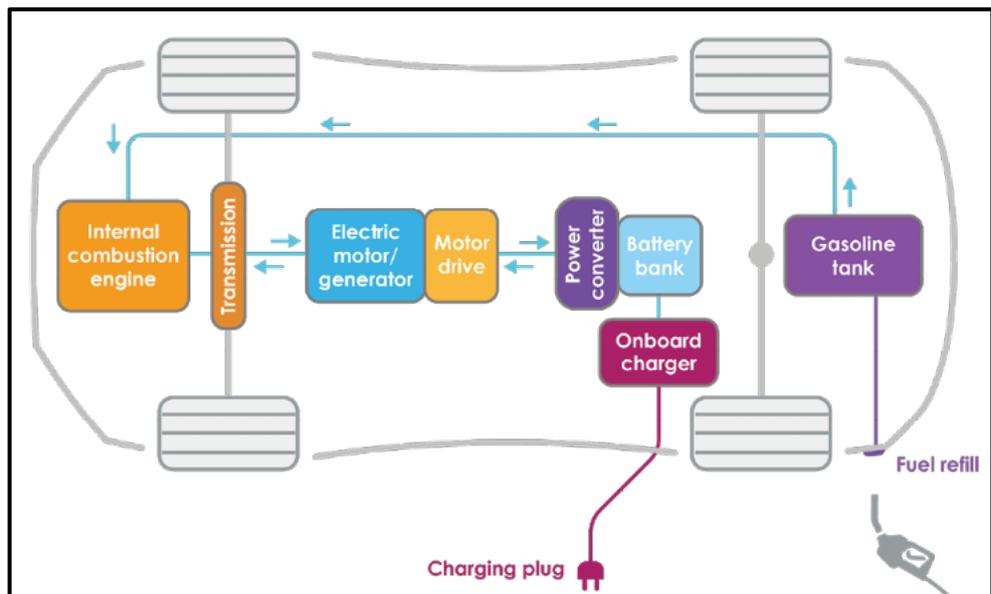


Figura N° 3: Esquema del PHEV³

A.5. Fuel Cell Electric Vehicle (FECV): Vehículo Eléctrico a Pila de Combustible

Únicamente tienen motores eléctricos y la energía no la obtienen de unas baterías, sino de una pila de combustible que utiliza el hidrógeno. Algunos especialistas indican que posiblemente en el año 2040 los coches serán de hidrógeno y no a baterías. (Trashorras, 2019, p.3)

³ Esquema del PHEV encontrado en <https://www.edx.org/es/course/electric-cars-introduction>, donde se observa el motor de combustión interna, el motor eléctrico, la batería, el tanque de gasolina, entre otros.

En el futuro próximo, la comercialización del FEV depende de si habrá un gran avance en la tecnología de pilas de combustible en términos de coste por kilovatio y si habrá un mandato o una política energética para establecer la infraestructura de repostaje de hidrógeno. (Chau, 2015, p.6)

Como indica Trashorras, el FECV cuenta con uno o más motores eléctricos que se alimentan de una pila de combustible que se suministra con un tanque de hidrogeno como se observa en la Figura N° 4, al no tener motor a combustión no Emite GEI en su funcionamiento. Respecto a lo que señalan tanto Trashorras como Chau, esta tecnología está en pleno desarrollo y va a requerir mayores avances e incentivos que promocionen este tipo de tecnología, para que en el futuro próximo se llegue a orientar como la mejor opción de VE.

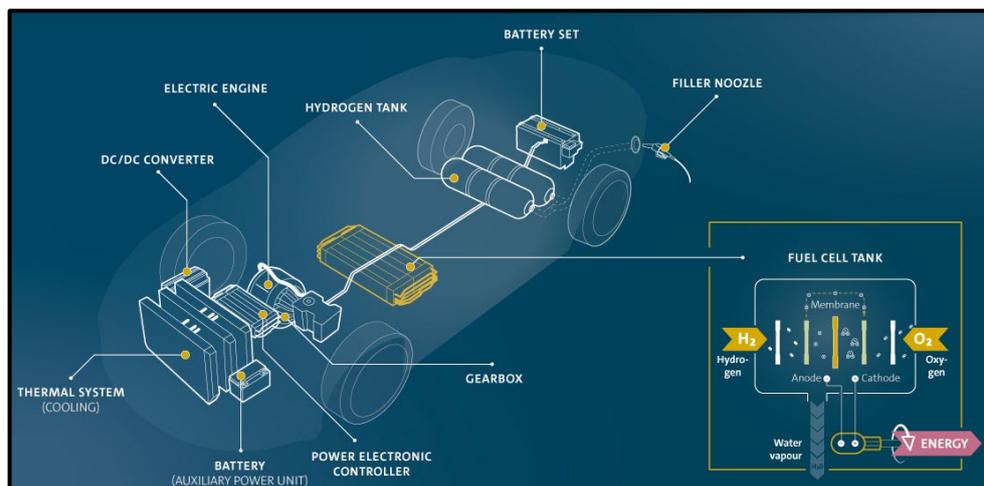


Figura N° 4: Esquema del FCEV⁴

Conforme a lo indicado por Trashorras, en la siguiente tabla se pueden observar detalles de cada tipo de VE.

⁴ Esquema del FCEV encontrado en <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html#>, donde se observa el motor eléctrico, la pila de combustible, entre otros.

Tabla 1: Comparación de los tipos de VE

Vehículos	Motor	Recarga	Emisiones
BEV	Eléctrico	Conectada a la red	No emite GEI
HEV	Eléctrico Combustión	Combustible Fósil	Emite GEI
PHEV	Eléctrico Combustión	Combustible Fósil Energía eléctrica	Emite GEI
FCEV	Eléctrico	Combustible de Hidrogeno	No emite GEI

Fuente: Elaboración Propia

B. Baterías

La batería es un elemento muy importante en el VE, debido a que la capacidad de la batería influye directamente en la autonomía y el coste de adquisición que pueda llegar a tener el VE. La batería suministra energía eléctrica al motor, mediante procesos electroquímicos con rendimientos muy altos próximos al 100%, tienen un determinado ciclo de vida, que es el número de recargas y descargas que pueda tener la batería hasta que necesite ser reemplazada (Electromovilidad, 2020).⁵

Los parámetros más importantes que se deben tener en cuenta en una batería que va a ser destinada al VE, son los siguientes:

- ✓ **Densidad energética:** Es la cantidad de energía que puede suministrar por cada kg que pese la batería, afecta directamente a la autonomía y el peso que tendrá el VE, es expresada en Wh/kg.

⁵ Baterías de los VE encontrado en <http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>, donde se define el concepto de batería, se muestra las características y se nombra los tipos de baterías.

- ✓ Potencia: Es la potencia que se suministra por cada kg de peso que tenga la batería. Es expresada en W/kg.
- ✓ Eficiencia: Es la cantidad de energía que realmente se aprovecha de la batería, se expresa en %
- ✓ Coste: Es el valor que directamente afecta al coste del VE
- ✓ Ciclos de vida: es el valor de indica la vida útil de la batería antes de su sustitución, se mide en ciclo que representa una recarga y descarga.

B.1. Tipos de Batería

A continuación, se describen los distintos tipos de batería que se aprecian en la figura N° 5.

- ✓ Batería de plomo-acido:

Es la batería más antigua, y desde su creación ha sufrido mínimas alteraciones, siendo muy utilizada en la actualidad para funciones de arranque, iluminación y soporte eléctrico, como también para vehículos eléctricos de pequeño tamaño, por el excesivo peso. La lenta recarga y la toxicidad de la batería, no son las más ideales para el VE. (Electromovilidad, 2020)

- ✓ Batería níquel-cadmio:

Es una batería con elementos de elevados costos de adquisición, usado en la industria automovilística, pero teniendo mayor desempeño en aviones, helicópteros y vehículos militares, gracias a su buen rendimiento en bajas temperaturas, pero comúnmente afectada por el efecto memoria que reduce la capacidad de la batería cuando esta no es cargada completamente.

- ✓ Batería níquel-hierro:

Llamadas también como baterías de ferroníquel, fue desarrollada por Thomas Edison y patentada en 1903, la densidad energética de esta batería es similar a las de plomo acido, pero su

baja potencia y eficiencia hace que no sean viables para implementarse en los vehículos eléctricos.

✓ Batería níquel-hidruro metálico:

Son baterías con mejores características que las de níquel-cadmio, y que disminuyen el efecto memoria, con menores daños al medio ambiente pero sus desventajas es que generan demasiado calor y son propensas a deterioro con altas temperaturas, su recarga es lenta y necesitan mantenimiento muy a menudo.

✓ Batería Ion-litio: (LiCoO₂)

Es un tipo de batería con altos costos de producción por ser recientemente desarrollada, muy peligrosa ante aumentos de temperaturas llegando hasta el punto de explotar por lo cual se deben almacenar con bastante cuidado, pero a pesar de ello permite conseguir el doble de densidad energética que las baterías de Níquel-Cadmio, altas energías específicas, mayor eficiencia, eliminación del efecto memoria, opción de reciclar sus desechos. El avance de la tecnología permitirá saber si son las adecuadas para los vehículos eléctricos.

✓ Batería LiFePO₄:

Esta batería tiene un alto coste y una menor densidad energética, pero como ventajas la estabilidad de esta batería es mayor, como también la seguridad debido a que tolera temperaturas más altas, considerando que no usa cobalto hace que sea menos contaminante para el medio ambiente. Por lo cual es una de las más adecuadas para ser usadas en los VE.

✓ Batería Polímero de litio:

Es una variante de las baterías de Ion-Litio, no es una opción muy viable en la actualidad, por su alto costo y su corto ciclo de vida, a pesar de que tiene características mejoradas como lo es su densidad energética, mayor potencia y no poseer efecto memoria.

✓ **Batería de Aluminio-aire:**

Esta batería se encuentra en fase experimental, teniendo una baja aceptación por problemas de fiabilidad y recarga, a pesar de que poseen una capacidad de almacenamiento superior, hasta diez veces más de lo que almacenas las baterías Ion-Litio y una alta densidad energética.

✓ **Batería Zinc-Aire:**

Es una batería que se encuentra en fase experimental, viene siendo desarrollada por una compañía suiza, se alinea como una buena opción para el combustible eléctrico del futuro por su alto potencial energético, su fiabilidad y su capacidad de almacenar tres veces la energía de las baterías de Ion-Litio con menores costos al mismo volumen.

Según un estudio realizado por el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA) en el año 2018 tenemos la siguiente tabla donde se comparan los distintos tipos de baterías:

Tabla 2: Comparación de tipos de batería

Tipo	Energía Específica Wh/kg	Potencia Específica W/Kg	Rendimiento %	Ciclo de Vida
Pb-Ácido	35-50	150-400	80	300-500
Ni-Cd	30-50	100-150	75	1000-2000
Ni-MH	60-80	200-300	70	1000-2000
Al-aire	200-300	100	<50	No disponible
Zn-aire	100-220	30-80	60	No disponible
Na-S	150-240	230	85	1000
Na-MeCl	90-120	130-160	80	1000
Li-pol	150-200	350	No disponible	500
Li-ión	80-130	200-300	>95	1000

Fuente: INSIA, 2018



a) Batería de Plomo-Acido



b) Batería Níquel-Cadmio



c) Batería Níquel-Hierro



d) Batería Ni-Mh del Toyota Prius



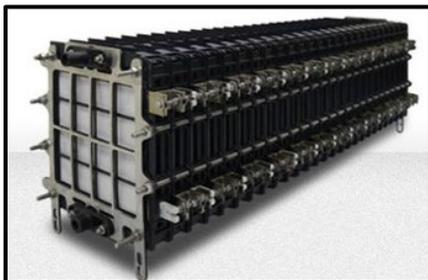
e) Batería Ion-Litio del Renault Zebra



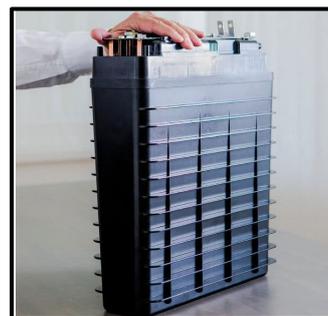
f) Batería LiFePO₄



g) Batería de Polímero de Litio



h) Batería de Aluminio-Aire



i) Batería de Zinc-Aire

Figura N° 5: Tipos de baterías usadas en vehículos eléctricos⁶

1.1.2.2 Infraestructura de recarga

Una infraestructura de recarga para VE está conformada por estaciones o puntos de recarga, sistemas de control, canalizaciones eléctricas, cuadros eléctricos de mando y protección, equipos de medida, siempre que estos elementos estén destinados únicamente la recarga de los VE. Esta infraestructura debe ofrecer el servicio de recarga con total seguridad, ya sea recargas totales o parciales. (Trashorras, 2019)

A. Recarga de Buses eléctricos.

Para recargar estos vehículos se necesitan mayores potencias dentro de las principales formas de recargar un Bus eléctrico tenemos⁷:

A.1. Recarga tipo Pantógrafo

Este tipo de recarga surgió como opción para reducir el tamaño de las baterías y de esta forma reducir los costos de adquisición de un bus eléctrico. Debido a que en las paradas del bus se puede ir recargando a una alta potencia por cortos periodos de tiempo como se observa en la Figura N° 6, la desventaja de este tipo de recarga es

⁶ a) Batería Plomo-Acido encontrado en <https://n9.cl/2agw>, donde se observa una batería de Plomo-Acido usado comúnmente en Vehículos. b) Batería Níquel-Cadmio encontrado en <https://n9.cl/ize4b>, donde se observa una batería de Níquel-Cadmio de un museo. c) Batería Níquel-Hierro encontrado en <https://n9.cl/812m>, donde se observa un grupo de baterías de Níquel-Hierro como acumuladores de energía. d) Batería Níquel-Hidruro metálico encontrado en <https://n9.cl/gxjd>, donde se observa la batería de Níquel-Mh del Toyota Prius. e) Batería Ion-Litio encontrado en <https://n9.cl/pf3c>, donde se observa la batería de Ion-Litio del Renault Zebra. f) Batería LiFePO4 encontrado en <https://n9.cl/ynhf>, donde se observa la batería de Ion-Litio Ferrofostado de un vehículo. g) Batería Polímero de litio encontrado en <https://n9.cl/aaiu>, donde se observa la batería de polímero de Litio de un teléfono móvil. h) Batería de Aluminio-aire encontrado en <https://n9.cl/k2nlc>, donde se observa un modelo de batería Aluminio-aire. i) Batería Zinc-Aire encontrado en <https://n9.cl/mfg15>, donde se observa una batería recargable de zinc-aire fabricada por la empresa NantEnergy.

⁷ Tipos de recarga para buses eléctricos encontrado en <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>, según señala el Ministerio de Energía de Chile.(corregir con letras)

que es más compleja en su instalación por ocupar espacios públicos, por ende, requerirá de mayores permisos, pero es una mejor inversión para grandes flotas de buses eléctricos. (Ministerio de Energía de Chile, 2020)



Figura N° 6: Recarga de un bus eléctrico mediante un Pantógrafo⁸

A.2. Recarga por Inducción

Este tipo de recarga también utiliza los tiempos de paradas de los buses como la recarga tipo pantógrafo, ayuda a reducir el tamaño de las baterías por la recarga entre paradas y no ocupa una infraestructura tan visible al estar bajo las autopistas, pero requiere de un trabajo de instalación más complejo en obras civiles, de igual manera el bus tiene que poseer este tipo de tecnología para ser recargado por esta fuente, que no requiere de conexión alguna entre el bus eléctrico y la infraestructura de recarga como se observa en la figura N°7. (Ministerio de energía de Chile, 2020)

⁸ Recarga de un bus eléctrico mediante un pantógrafo encontrado en <https://new.abb.com/ev-charging/es>, donde se observa la conexión entre el bus eléctrico y el pantógrafo.



Figura N° 7: Recarga de un bus eléctrico por inducción⁹

A.3. Recarga tipo Plug-In

Este tipo de recarga es el más común que existe, posee diversos tipos de conectores según los estándares de la región, los periodos de carga son más extensos a diferencia de los otros tipos de recarga, los cuales dependen de la potencia a la cual han sido diseñados, no requieren espacio en la vía pública pues se ubican normalmente en los estacionamientos como se observa en la Figura N° 8. (Ministerio de energía de Chile, 2020)



Figura N° 8: Recarga de un bus eléctrico¹⁰

⁹ Recarga de un bus eléctrico por inducción encontrado en <https://diario.madrid.es/aire/2018/02/05/primer-linea-de-autobuses-100-electrica-con-carga-por-induccion/>, donde se observa la recarga de un bus de la línea 76 de EMT mediante inducción en España

¹⁰ Recarga de un bus eléctrico tipo Plug-In encontrado en <https://elbuho.pe/2019/12/arequipa-bus-electrico-se-une-a-flota-del-sit-para-reducir-contaminacion/>, donde se observa la recarga de un bus eléctrico de la empresa Engie en Arequipa

B. Clasificación de los puntos de recarga

Se puede clasificar los puntos de recarga de los VE teniendo en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Velocidad de recarga.
- ✓ Modo en que se conecta el vehículo para su recarga.
- ✓ Tipo de conector

A continuación, se detallará cada uno de estos factores.

B.1. Velocidad de recarga.

Como indica Trashorras (2019) los tipos de recarga del VE pueden ser:

- Recarga vinculada o de carga lenta

Es la recarga más sencilla para los VE, consiste básicamente en conectar el VE a un tomacorriente “domestico” de Tipo Schuko, donde se realiza la recarga en corriente alterna monofásica con una potencia máxima de 3.7kW, este tipo de recarga es muy accesible para la mayoría de personas por la simplicidad de su uso, como desventajas se puede mencionar que el tiempo de recarga es lenta y varía dependiendo de la capacidad de la batería que tenga incorporado el VE, para autos estando en el rango de 5-8 horas. También puede recargarse en corriente alterna trifásica pudiendo llegar hasta los 11kW de potencia reduciendo considerablemente los tiempos de recarga.

- Recarga de oportunidad o de carga semirrápida

Esta recarga está destinada tanto a zonas públicas, como puntos de recarga en la vía pública y zonas privadas como en el estacionamiento de vehículos, de igual manera con centro comerciales, cines, entre otros, la idea de este tipo de recarga es aprovechar el tiempo en el que el VE está estacionado para realizar la recarga. Para este caso la recarga en corriente alterna monofásica permite potencias de 8 kW a 14 kW y en corriente alterna trifásica permite potencias de 22 kW a 43 kW, teniendo tiempos de recarga más reducidos.

- Recarga rápida

Este tipo de recarga se orienta a las estaciones de servicio, las cuales ofertan la recarga de los VE, también son conocidas como electrolineras. Se caracterizan por tener potencias altas para las recargas de los VE, llegando en corriente continua hasta 240 kW que permite una recarga al 80% (tiempo eficiente de recarga) en intervalos de 5 a 30 minutos en autos, se logra mayores potencias de recarga en corriente continua debido a que no utiliza el cargador interno del vehículo, en cambio alimenta directamente a la batería, por tal motivo es que se reducen significativamente los tiempos de recarga, cabe señalar que no todos los VE son compatibles con este tipo de recarga y con el avance de la tecnología en la Electromovilidad se consiguen reducir cada vez más los tiempos de recarga.

B.2. Modo en que se conecta el vehículo para su recarga

Existen cuatro modos de recarga los cuales dependen del nivel de comunicación que exista entre la infraestructura de recarga y el vehículo eléctrico. Los cuales son: (Trashorras,2019)

Modo 1 (se observa en la Figura 9)

- ✓ No cuenta con conector específico para el VE
- ✓ Es un tipo de recarga lenta realizada en CA
- ✓ La corriente máxima es de 16A por fase (3.7kW-11kW)
- ✓ La tensión no debe superar los 250 V en CA monofásica o 480 V en CA trifásica.
- ✓ Se requiere que la instalación cuente con protección diferencial y termomagnéticas.
- ✓ La conexión se debe realizar mediante tomacorrientes normados, como el tipo Schuko.

Modo 2 (se observa en la Figura 9)

- ✓ No cuenta con conector específico para el VE
- ✓ Es un tipo de recarga lenta
- ✓ La corriente máxima es de 32 A por fase (7.4kW-22kW)
- ✓ La tensión no debe ser superior a 250 V en CA monofásica o 480 V en CA trifásica.
- ✓ Se requiere que protección diferencias y termomagnéticas en la instalación, además de ello un cable especial con un dispositivo electrónico con función de control piloto (cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, que asegure que se satisfacen las condiciones relacionadas con la seguridad y con la transmisión de datos requeridos según el modelo de recarga utilizado).
- ✓ La conexión se debe realizar mediante tomacorrientes normados, como el tipo Schuko.

Modo 3 (se observa en la Figura 9)

- ✓ Cuenta con un conector específico para el VE usando un SAVE (Sistema de Alimentación específico del Vehículo Eléctrico).
- ✓ Es un tipo de recarga lenta en CA monofásica o recarga semirrápida en CA trifásica.

- ✓ El SAVE tiene el fin de suministrar energía eléctrica para realizar la recarga del VE, compuesto por un conjunto de equipos como las protecciones de la estación de recarga, cables de conexión y la base del tomacorriente o conector
- ✓ La corriente máxima depende del conector utilizado, con un máximo de 64 A por fase (14.8-44kW), siendo comúnmente 16 A o 32 A
- ✓ La tensión no debe ser superior a 250 V en CA monofásica o 480 V en CA trifásica.
- ✓ Es el modo idóneo para los entornos industriales y aparcamientos de flotas comerciales.
- ✓ La tecnología que se suele emplear permite tener un mayor control de la recarga de los vehículos, con iniciativas que permiten la recarga inteligente apoyando la promoción de la Smart Grids.

Modo 4 (se observa en la Figura 9)

- ✓ Cuenta con un conector específico para el VE usando SAVE en el cual se incorpora una estación de recarga la cual convierte la CA en CC para otorgar mayores potencias para su recarga
- ✓ Es un tipo de recarga Rápida en CC
- ✓ La corriente máxima depende de la estación de recarga utilizada, utilizándose normalmente para recargas a partir de 50 kW.
- ✓ La infraestructura de carga debe tener las protecciones necesarias para ser instaladas.
- ✓ La norma UNE-EN 67857-7 señala que para los distintos modos de recarga del VE se debe requerir de un dispositivo de corriente residual DCR (diferencial) con características mínimamente equivalentes al tipo A.

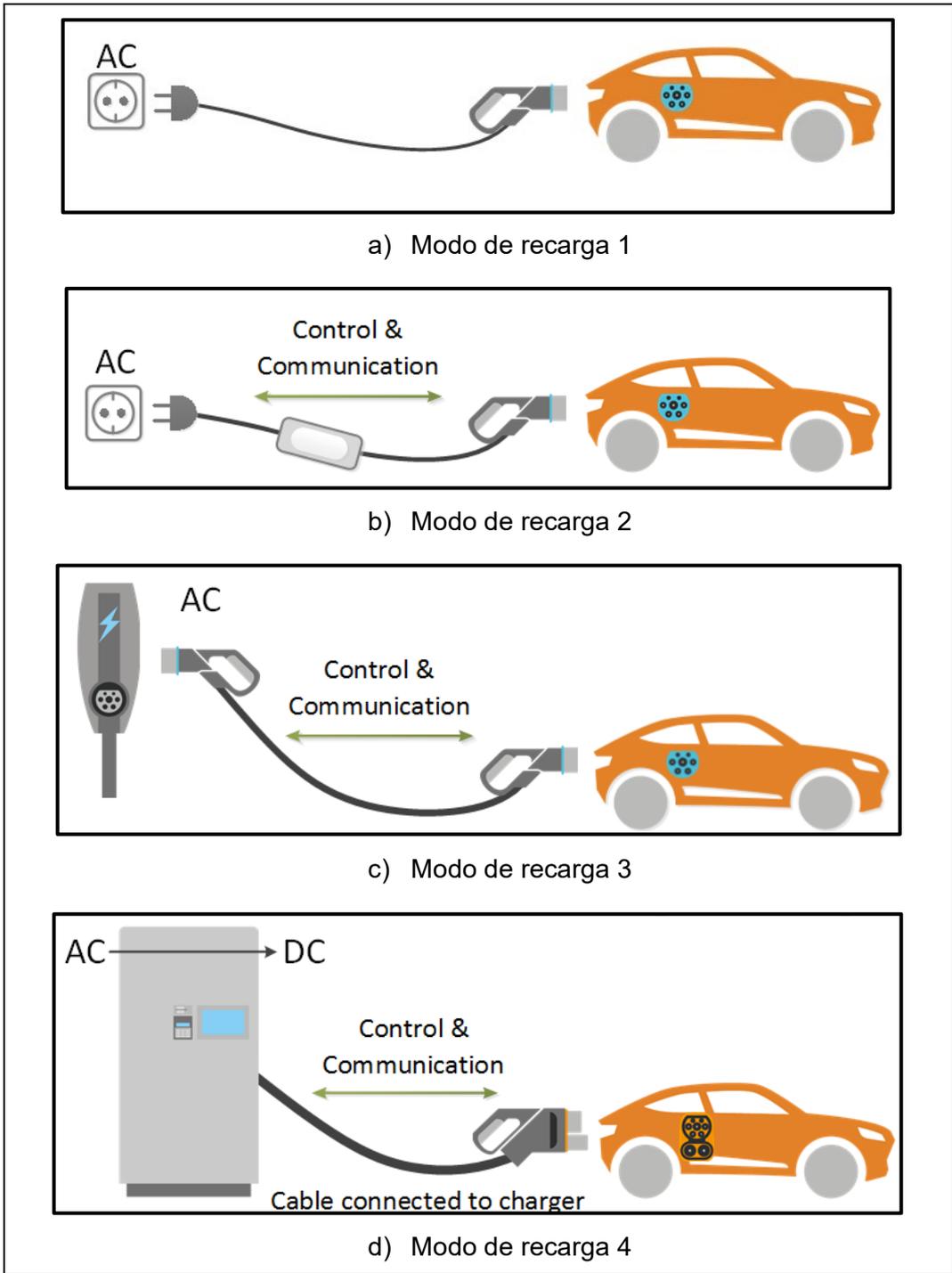


Figura N° 9: Modos de recarga¹¹

¹¹ a) Modo de recarga 1, donde muestra el punto de conexión y el conector para la recarga del VE. b) Modo de recarga 2, donde se muestra el punto de conexión el conductor con dispositivo de comunicación con el conector para la recarga del VE. c) Modo de recarga 3, donde se muestra la estación de recarga con el conector para la recarga del VE. d) Modo de recarga 4, donde se muestra la estación de recarga en DC con el conector para la recarga del VE, encontrados en <https://www.edx.org/es/course/electric-cars-introduction>.

B.3. Tipos de conectores. (se observan en la Figura N° 10)

En la actualidad existen diferentes tipos de conectores según el modo de recarga con el que son compatibles, el cual depende netamente de los fabricantes, los principales conectores que existen son: (Trashorras, 2019)

Schuko

Este tipo de conector es utilizado en los modos de carga 1 y 2 para CA monofásica, para recargas lentas a vehículos livianos, soporta hasta 16 A y 230v, consta de 2 pines L1, N y toma a tierra.

SAE J1772 / Yazaki (Tipo 1) Según norma IEC 62196-2.

Conector compatible con el modo de recarga 3 utilizado en Estados Unidos y Japón, para recargas lentas de 32 A, cuenta con un mecanismo que evita la desconexión del enchufe durante la recarga del VE. Consta de 5 pines

- L1 (línea).
- L2 / N (línea 2 / neutro). Puede conectarse entre fases a 220 V o entre fase y neutro a 110 V.
- PE (protección de tierra).
- CP (control piloto-comunicación). Para transmitir datos entre el automóvil y el cargador acerca de la cantidad de corriente que se necesita.
- Piloto de proximidad, que puede ser: PP (contacto de proximidad) o CS (contacto para el interruptor de conexión).

Mennekes (Tipo 2) Según norma IEC 62196-2.

Conector compatible con el modo de recarga 3, utilizado comúnmente en Europa. Para recargas lentas y semirrápida menores

a 70 A (230) y 63 A (400 V). Utilizado tanto en CA trifásica con una tensión máxima de 500 V y CA monofásica con una tensión máxima de 250 V, consta de 7 pines:

- Línea (L1, L2, L3).
- N (neutro).
- PE (protección tierra).
- PP (piloto proximidad).
- CP (control piloto).

Scame (Tipo 3): Según norma IEC 62196-2:

Conector compatible con el modo de recarga 3, utilizado comúnmente en Francia, para recargas lentas y semirrápidas menores a 32 A en 400 V en AC. Posee siete pines:

- Línea (L1, L2, L3).
- N (neutro).
- PE (protección tierra).
- PP (piloto proximidad).
- CP (control piloto).

CHAdeMO (Tipo 4): Según norma IEC 62196 y UL 2551

Conector compatible con el modo de recarga 4, para recargar rápidas en DC, hasta 200 A y 500 V. Cuenta con 10 pines:

- Dos de potencia.
- Siete de señal.
- Uno sin asignación.

Conector combinado CCS (Combo 2): Según norma IEC 62196.

Conector Compatible con los modos de recarga 2, 3 y 4. Usado para recargas rápidas en DC, hasta 200 A y 850 V. Se conforma de

un conector tipo 2 (Mennekes) para recarga AC en la parte superior y un conector DC en la parte inferior.

- Cuatro (L1, L2, L3, N).
- Dos de señal (PP + CP).
- Uno de tierra (PE).
- Dos de recarga DC (DC+ y DC-).

Conector combinado (Combo 1)

Es un tipo de conector combinado en AC y DC. Conocido como Combo 1 (Estados Unidos). Cuenta con un conector tipo 1 (SAE J1772 / Yazaki para AC en la parte superior y un conector DC en la parte inferior.

Conector GB/T

Es el conector de estándar chino para recarga en AC y DC compatible con el modo de recarga 4 en DC y con el modo de recarga 3 en AC, soporta una tensión máxima de 400v en AC y 750v en DC, la intensidad máxima en AC es de 32 A y en DC de 125 A. Cuenta con 7 bornes para una recarga en AC y con 9 bornes para la recarga en DC.

Conector Tesla

Es un conector que no está relacionado con los demás estándares de recarga, es el conector con el cual disponen los VE fabricados por TESLA, es utilizado en Estados Unidos y Canadá, también cuenta con un adaptador para las estaciones J1772 en Estados Unidos. Para otros países tiene conectores compatibles para la mayoría de versiones, en Europa utiliza conectores Tipo 2 (Mennekes) ciertamente modificado para recarga en DC, es capaz de recargas tanto a tomacorrientes residenciales como en sus supercargadores en DC.



a) Conector Schuko



b) Conector SAE J1772



c) Conector Mennekes



d) Conector Scame



e) Conector CHAdeMO



f) Conector Combinado CCS (Combo 2)



g) Conector Combinado (Combo 1)



h) Conector GB/T



i) Conector de Tesla

Figura N° 10: Tipos de conectores para vehículos eléctricos¹²

C. Tipos de esquemas para la recarga de un VE

De forma general Trashorras (2019) define los siguientes tipos de esquemas para recarga de VE según recomendaciones de la compañía Eléctrica UFD de Naturgy:

1. Esquema colectivo o troncal con un contador principal en el origen de la instalación.
2. Esquema individual con un contador común para la vivienda y la estación de recarga
3. Esquema individual con un contador para cada estación de recarga.
4. Esquema con circuito o circuitos adicionales para la recarga del VE.

Adicionalmente si la instalación requiere el uso de transformadores para la recarga de los VE, se recomiendan que cumplan los siguientes requisitos: (Trashorras, 2019)

- ✓ La potencia nominal del transformador debe ser igual o superior a la suma de la potencia de los cargadores que se encuentren aguas abajo.

¹² a) Conector Schuko encontrado en <http://electromovilidad.net/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>, donde se muestra al conector común a nivel residencial. b) Conector SAE J1772 encontrado en <http://electromovilidad.net/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>, donde se muestra a este conector comúnmente usado en Estados Unidos y Japón. c) Conector Mennekes encontrado en <http://electromovilidad.net/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>, donde se muestra al conector de estándar Europeo. d) Conector Scame encontrado en <http://electromovilidad.net/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>, donde se observa al conector comúnmente utilizado en Francia e Italia. e) Conector CHAdeMO encontrado en <http://electromovilidad.net/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>, donde se muestra al conector comúnmente utilizado por los japoneses f) Conector combinado CCS (combo 2) encontrado en <https://cargadorcocheselectricos.es/conectores-cargadores-coches-electricos/>, donde se observa al conector que combina la recarga en CA y CC. g) Conector Combinado (combo 1) encontrado en <http://electromovilidad.net/conectores-para-la-recarga-del-vehiculo-electrico/>, donde se observa al conector basado en el conector SAE J1772. h) Conector GB/T encontrado en <https://aavea.org/enchufes-y-sistemas-de-carga-para-ve-que-haremos-en-argentina-parte-1>, donde se observa al conector de estándar Chino. i) Conector de Tesla encontrado en <https://insepel.com/noticias/modos-carga.html>, donde se muestra al conector utilizado en los supercharger del Fabricantes de VE Tesla.

- ✓ En el lado de baja tensión (lado que se conecta con la estación de recarga) el terminal del neutro debe ser accesible y ser conectado a tierra.

- ✓ Debe contar con una tensión de corto circuito menor al <6%

Las siguientes clasificaciones de esquemas de esquemas que se detallan a continuación son recargas en fincas mediante circuitos colectivos y recargas en fincas mediante circuitos individuales según menciona Trashorras (2019)

C.1. Recarga en fincas mediante circuitos colectivos

- ✓ Esquema 1a

Este esquema es una instalación colectiva troncal la cual cuenta con un contador principal en el origen de la instalación y con contadores secundarios en cada estación de recarga, de esta forma se permite monitorear los consumos de cada estación de recarga y tener el consumo general de todas las estaciones de recarga, se muestra el esquema en la Figura N°11.

- ✓ Esquema 1b

Este esquema es también es una instalación colectiva troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga, la diferencia es que es una derivación de la línea general de alimentación como se observa en la Figura N° 12.

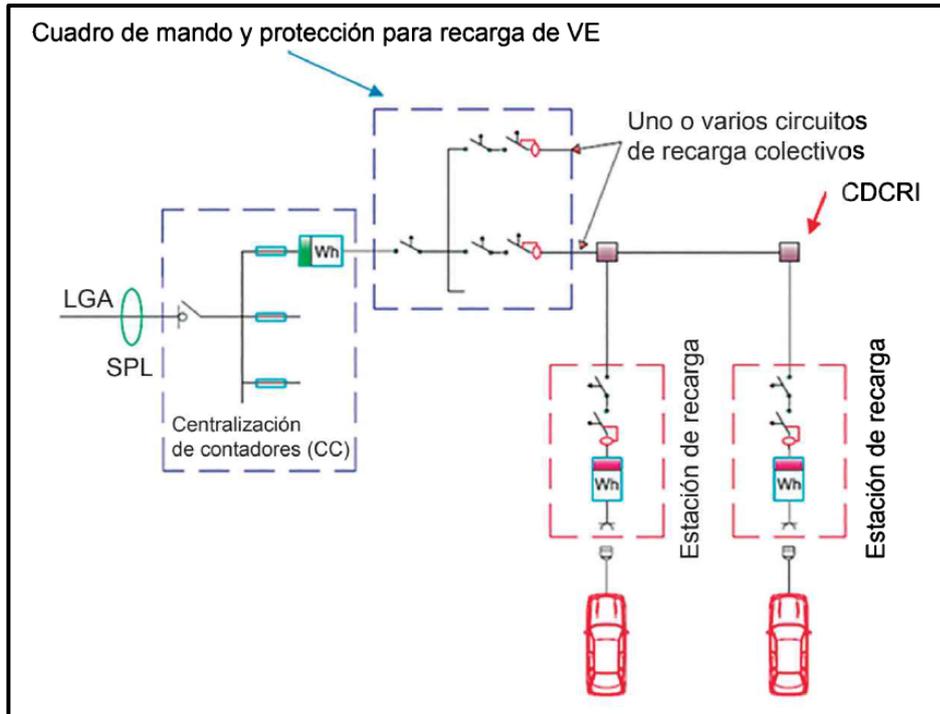


Figura N° 11: Esquema 1a para la recarga de vehículos eléctricos
Fuente: Trashorras, 2019

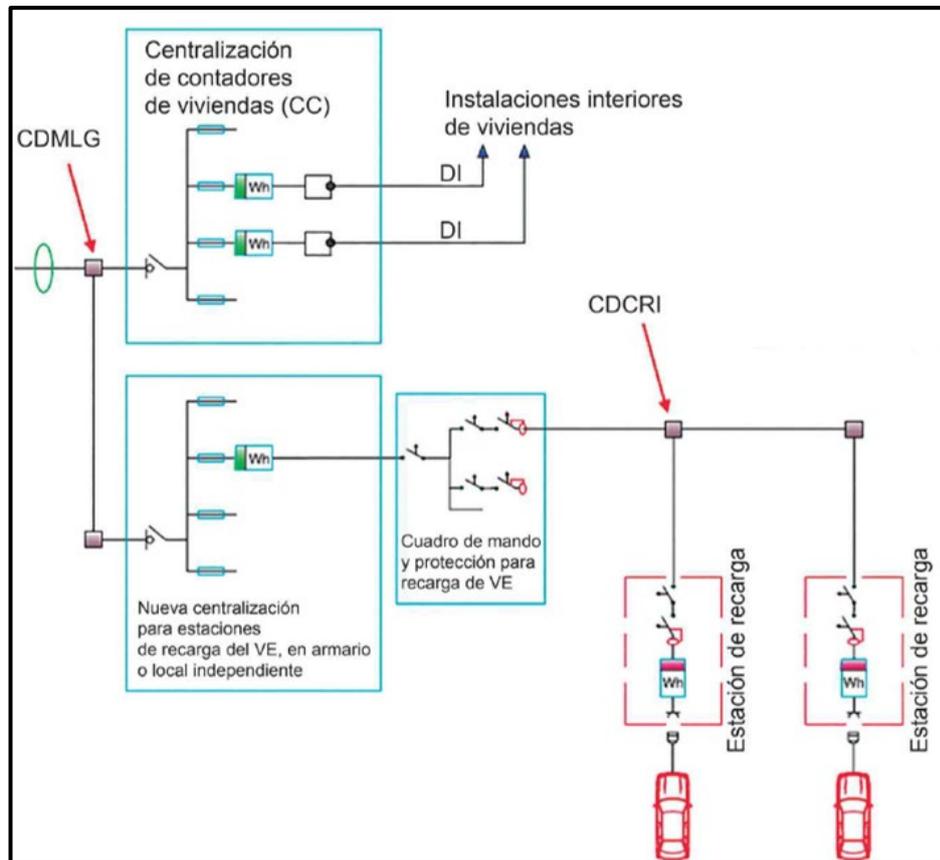


Figura N° 12: Esquema 1b para la recarga de vehículos eléctricos
Fuente: Trashorras, 2019

✓ Esquema 4b (Figura N°13)

Este esquema es para la instalación de uno o más circuitos adicionales para la recarga del VE como se muestra en la Figura N° 13.

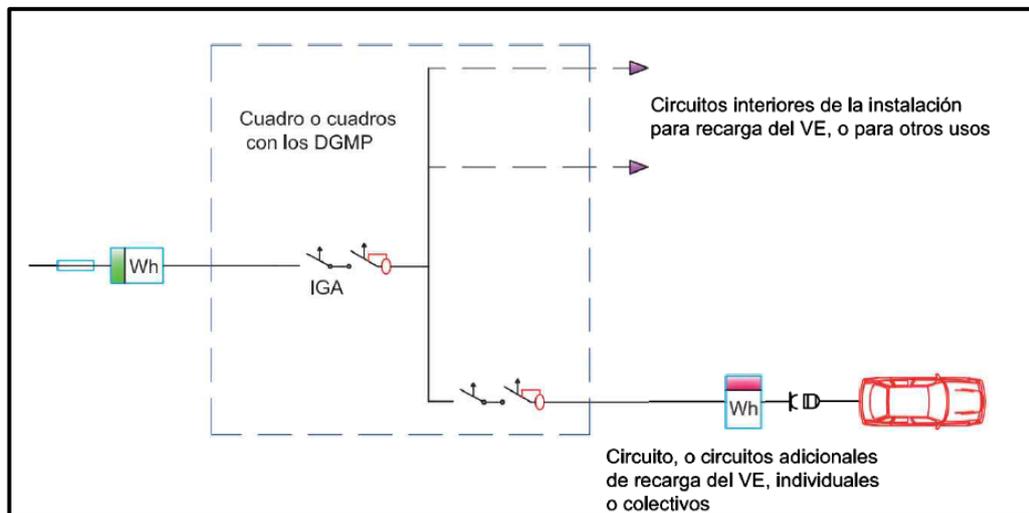


Figura N° 13: Esquema 4b para la recarga de vehículos eléctricos
Fuente: Trashorras, 2019

C.2. Recarga en fincas mediante circuitos individuales

✓ Esquema 1c

Este esquema es una instalación colectiva que cuenta con un contador principal y contadores secundarios para cada estación de recarga, en este esquema ambos contadores se encuentran en el centro de contadores el cual se muestra en la Figura N° 14.

✓ Esquema 3a

Este esquema es una instalación individual que cuenta con un contador para cada estación de recarga de esta manera se monitorea el consumo de cada estación de recarga en el centro de contadores como se muestra en la Figura N° 15.

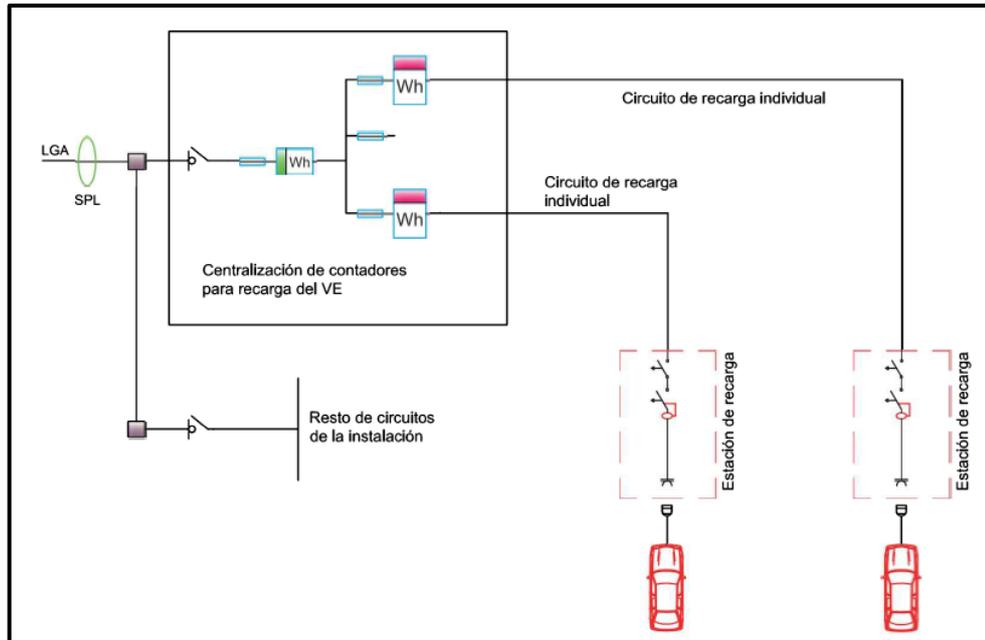


Figura N° 14: Esquema 1c para la recarga de vehículos eléctricos
Fuente: Trashorras 2019

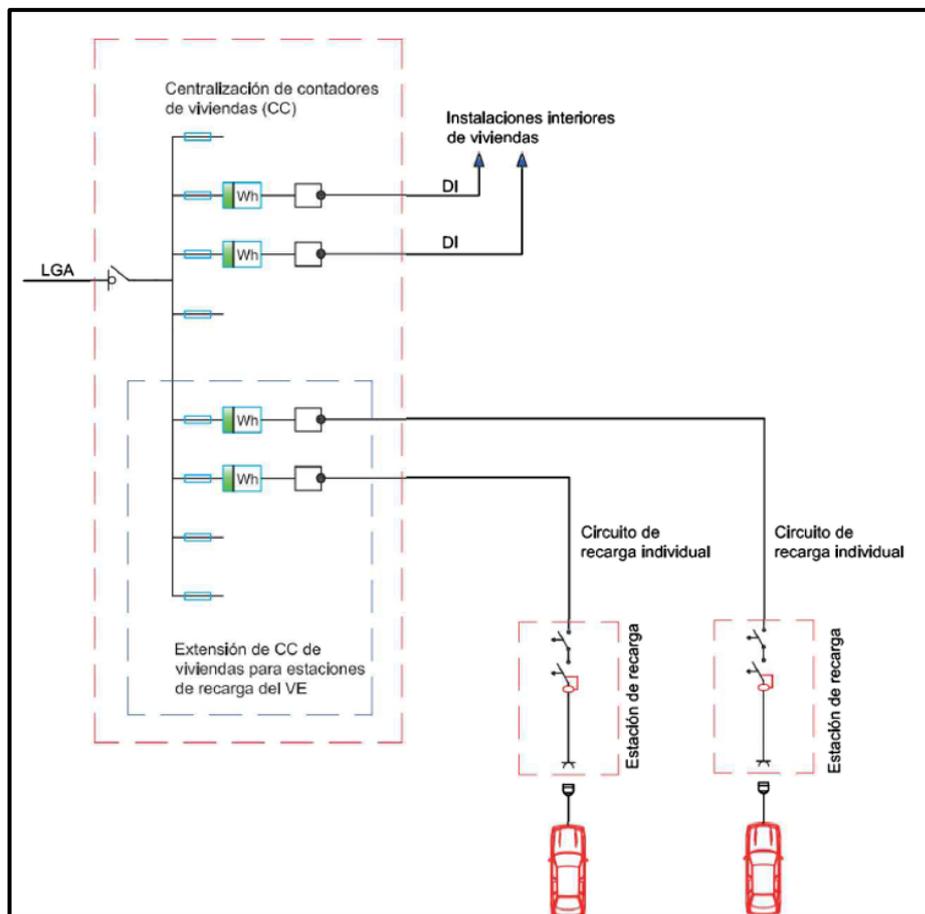


Figura N° 15: Esquema 3a para la recarga de vehículos eléctricos
Fuente: Trashorras 2019

✓ Esquema 3b

Este esquema es una instalación individual que cuenta con un contador para cada estación de recarga que se monitorean desde una nueva central de contadores como se muestra en la Figura N° 16.

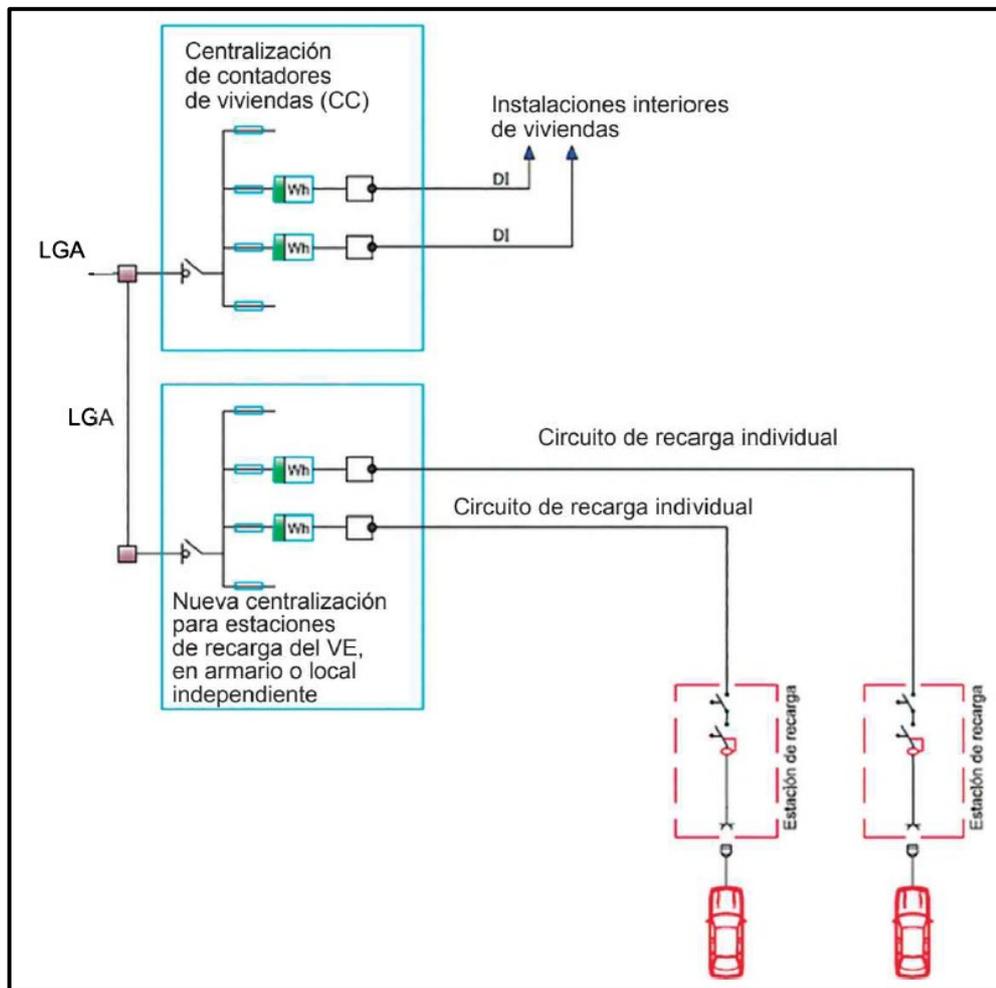


Figura N° 16: Esquema 3b para la recarga de vehículos eléctricos
Fuente: Trashorras, 2019

1.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Autonomía: cantidad de kilómetros que puede recorrer el VE con una carga completa de batería.

Batería: fuente de alimentación del motor del vehículo eléctrico, que puede recargarse conectándose a la red eléctrica dependiendo del tipo de VE.

Cuadro de mando y protección: es un conjunto de mecanismos de funcionamiento automático que mejoran la protección y seguridad de la instalación

Electrolinera: Una estación de carga o electrolinera dispensa energía para recargar las baterías de los autos eléctricos de manera similar a como funcionan las gasolineras

Electromovilidad: término general para describir el desarrollo y uso de vehículos eléctricos (VE) en calles y carreteras

Freno regenerativo: nueva tecnología que se implementando para recuperar energía cuando se comienza a detener el vehículo, mediante el alternador.

Horas fuera de punta: horas en que se produce menor consumo de energía eléctrica

Horas punta: horas en las que se produce mayor consumo de energía eléctrica

Intensidad nominal es la corriente que se debe suministrar para que una unidad funcione en su punto óptimo de rendimiento.

Modo de carga: es un tipo de comunicación que existe entre la infraestructura de carga y el Vehículo eléctrico.

Normas IEC: Comisión Electrotécnica Internacional fundada en 1906 (IEC por sus siglas en Ingles *International Electrotechnical Commission*) es la organización líder mundial que prepara y publica Estándares Internacionales para todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y relacionadas.

Potencia nominal: es la potencia máxima que demanda una máquina o aparato en condiciones de uso normales.

Vehículo eléctrico: Vehículo que posee uno o más motores eléctricos para su propulsión.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

2.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DEL TRABAJO

2.1.1 Temporal

El periodo de este trabajo de suficiencia profesional se llevará a cabo durante los meses comprendidos entre agosto a diciembre de 2020.

2.1.2 Espacial

El diseño de la infraestructura de recarga para vehículos eléctrico se realizará en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS), ubicado en el Sector 3 Grupo 1A 03, Av. Central, Villa El Salvador, Lima, Perú.

2.2. DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

2.2.1. Descripción del Problema

Actualmente los buses utilizados para el transporte de estudiantes en la UNTELS utilizan combustibles fósiles los cuales tienen una baja eficiencia de alrededor de 30% además de ser contaminantes para el medio ambiente y las personas, Lima es una de las capitales más contaminadas de Latinoamérica lo que influye en la calidad de vida de las personas, representando grandes problemas en su salud debido a enfermedades respiratorias como la actual pandemia en la que nos encontramos, según estudios el material particulado que es emitido por estos vehículos crean un medio que facilita la propagación de virus como el COVID-19¹³, además de

¹³Según un estudio realizado por el CNR – National Research Council of Italy encontrado en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720319872?via%3Dihub>, el cual señala que las ciudades en Italia que excedían los límites establecidos de PM₁₀ tenían un número alto de personas infectadas por el Covid-19.

ello estos combustibles son recursos que se van agotando con el tiempo por tanto se ve un incremento de los precios en dichos combustibles motivo por el cual no hace viable optar por esta tecnología en el largo plazo.

2.2.2. Justificación del Problema

Este trabajo se justifica con la propuesta del diseño de una infraestructura de recarga, en el cual se pueda recargar de manera segura y eficiente los buses eléctricos que en un futuro puedan ser adquiridos por la UNTELS y de esta forma contribuir con la movilidad sostenible lo cual implica bajos costos de combustible, mantenimiento y 0% emisión de gases contaminantes mejorando de esta manera el medio ambiente y con ello la calidad de vida de las personas, cabe mencionar que según el Artículo 10 del DECRETO SUPREMO N.º 022-2020-EM, "las entidades públicas que requieran renovar su flota vehicular lo harán por tecnología energéticamente más eficiente" como lo es la movilidad eléctrica, siendo la UNTELS una entidad pública, cuando requiera un cambio en su flota vehicular se sugiere considerar este trabajo como una referencia para optar por este tipo de tecnología.

2.3. MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO

2.3.1. Metodología para el desarrollo del proyecto

Desarrollo de procedimientos que corresponden al primero objetivo específico:

A.1. Determinar las necesidades que satisface la movilidad actual con la que dispone la UNTELS.

Actualmente la UNTELS cuenta con cuatro buses, un bus de 13 metros de la marca Volkswagen, un bus de 8.9 metros de la marca Volkswagen

y dos buses de 7.7 metros de la marca Mitsubishi los que se muestran a continuación.



Placa	EGA-523
Marca	Volkswagen
Modelo	18-310
Longitud	13 m
Alto	3.7 m
Ancho	2.60 m
Combustible	Petróleo
Asientos	54 + 1
Año	2010



Placa	VI-1453
Marca	Volkswagen
Modelo	9.150.OD
Longitud	8.9 m
Alto	3.17 m
Ancho	2.4 m
Combustible	Petróleo
Asientos	32 + 1
Año	2008



Placa	EGJ-438
Marca	Mitsubishi
Modelo	ROSA EURO 3
Longitud	7.73 m
Altura	2.63 m
Ancho	2.01 m
Combustible	Diesel
Asientos	32 + 1
Año	2012



Placa	EGJ-422
Marca	Mitsubishi
Modelo	ROSA EURO 3
Longitud	7.73 m
Altura	2.63 m
Ancho	2.01 m
Combustible	Diesel
Asientos	32 + 1
Año	2012

Figura N° 17: Buses de la UNTELS
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los recorridos, por la actual pandemia en la que nos encontramos los buses no están transitando ya que las clases presenciales aún no se reanudan, pero cuando estaban en funcionamiento los buses Mitsubishi cumplían el recorrido que señala la Figura N° 18 tres veces cada día transportando a los estudiantes de la UNTELS.

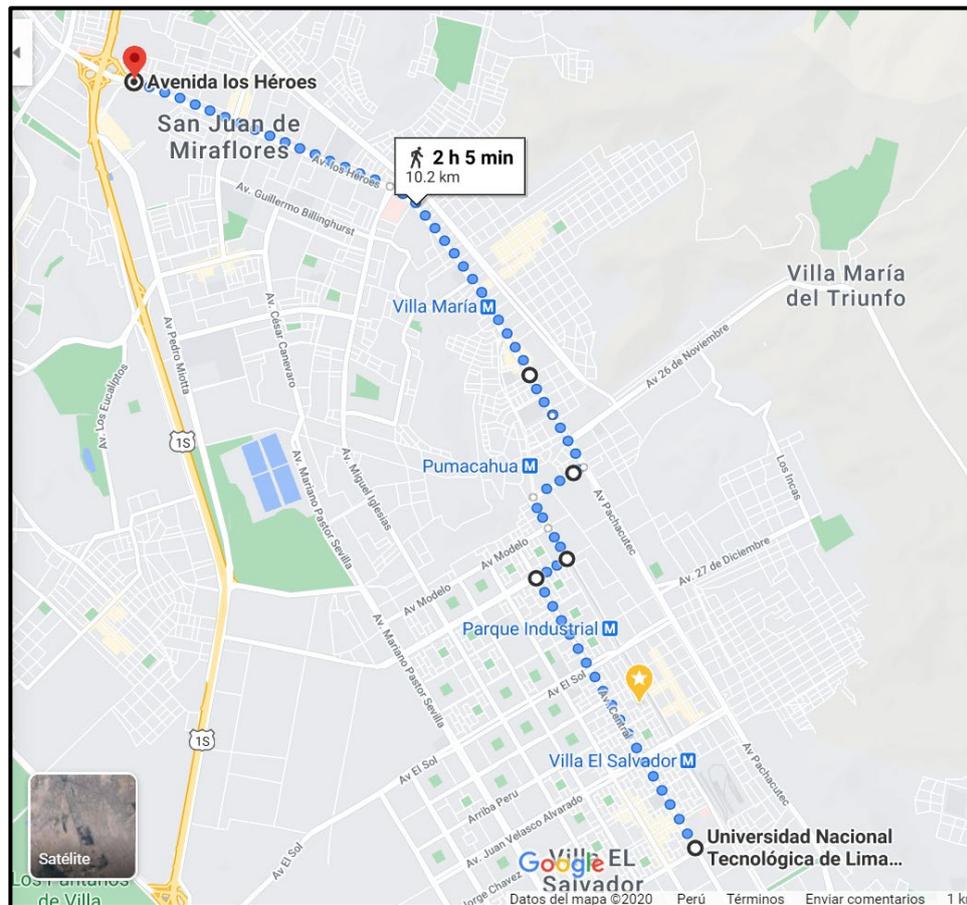


Figura N° 18: Recorrido del bus de la UNTELS

Fuente: Google Maps

La ruta tiene una distancia de 10 km en el tramo de ida y de regreso, con lo cual hacen un total de 60km de recorrido por día. Además de ello también se usaba en las visitas técnicas de los estudiantes a empresas dentro de Lima de la misma manera se utilizaba el bus de Volkswagen de 8.9 metros.

Con respecto al bus Volkswagen de 13 metros, se utiliza para viajes interprovinciales de estudios, congresos, como a Cusco, Huancayo, Ica,

Trujillo Junín. etc. cuando así lo requieren las carreras, como en el año 2019 un viaje de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la UNTELS a Chanchamayo Junín, en el cual se encuentra aproximadamente a 320km de distancia.

Según los datos obtenidos de la UNTELS, tres buses son utilizados para recorridos dentro de Lima con recorridos promedios de 60 km por día y uno es utilizado para recorridos fuera de Lima distancias mayores a 150 km.

A.2. Determinar el tipo de bus eléctrico que según su grado de electrificación es idóneo para ser adquirido por la UNTELS.

Según los tipos de vehículos presentados en la Tabla N° 1 definida en el marco teórico, la cual corresponde a características de los vehículos eléctricos, el BEV y el FCEV en su funcionamiento no emiten gases de efecto invernadero y poseen uno o más motores eléctricos, se diferencian principalmente en el tipo de combustible.

Tabla 3: Características generales de los vehículos eléctricos

Vehículos	Motor	Recarga	Emisiones
BEV	Eléctrico	Conectada a la red	No emite GEI
HEV	Eléctrico Combustión	Combustible Fósil	Emite GEI
PHEV	Eléctrico Combustión	Conectada a la red Combustible Fósil	Emite GEI
FCEV	Eléctrico	Combustible de Hidrogeno	No emite GEI

Fuente: Elaboración propia

Respecto al FCEV, según información presentada por la empresa Volkswagen en una publicación a fines del año 2019, optan por la producción de los BEV por ser el doble de eficiente que un FCEV, todo esto en base a investigaciones realizadas respecto al hidrogeno, en condiciones similares actualmente la eficiencia del pozo a la rueda de un FCEV es de un 30% con respecto a un 76% del BEV como se muestra en la siguiente figura.

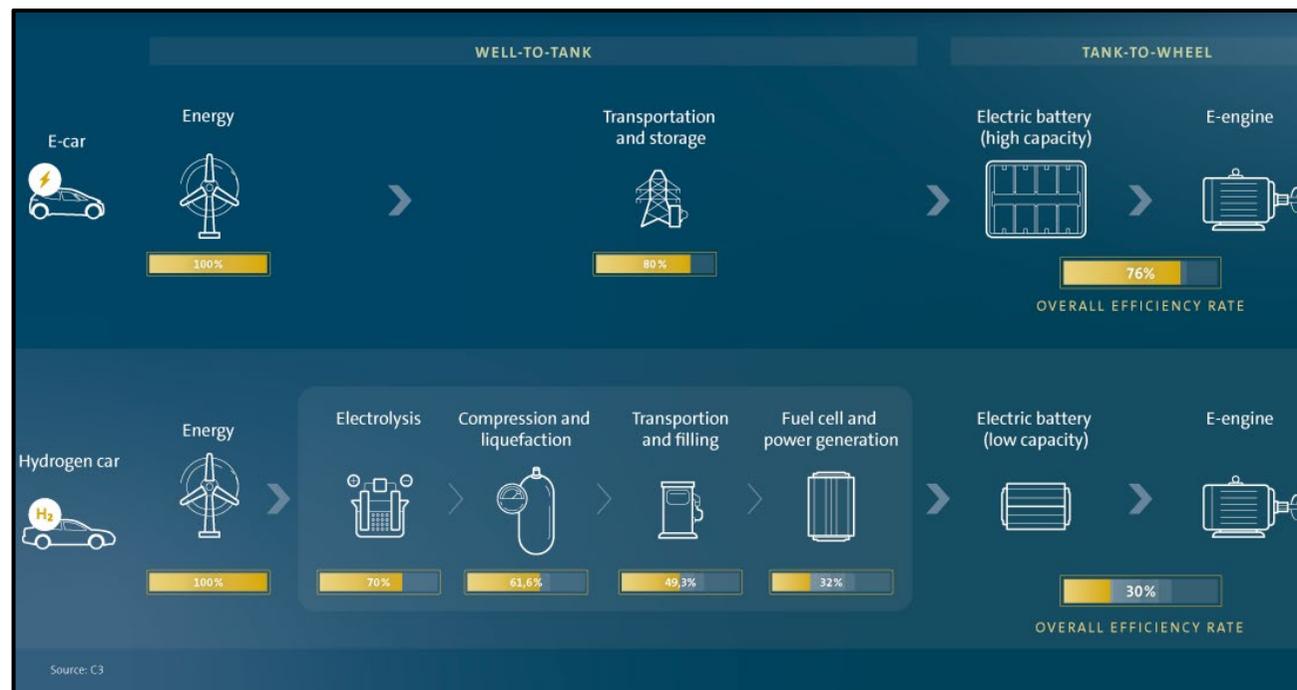


Figura N° 19: Eficiencia del BEV y el FCEV¹⁴

¹⁴ Eficiencia del BEV y el FCEV, donde se comparan las eficiencias de ambos vehículos utilizando energías eco amigables encontrado en <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html#>.

Como se observa actualmente en eficiencia el BEV es mejor en comparación con el FCEV, por lo cual para el siguiente trabajo se considerará el BEV como recomendación para ser adquirido en un futuro próximo.

La eficiencia del BEV en comparación con el HEV/PHEV, se observa en la Figura N° 20 la cual corresponde a las eficiencias de un vehículo a combustión interna y un BEV (Pure Electric Vehicle-PEV en la figura según el autor) considerando que su fuente de energía parte del petróleo según indica Chau K. en el año 2015.

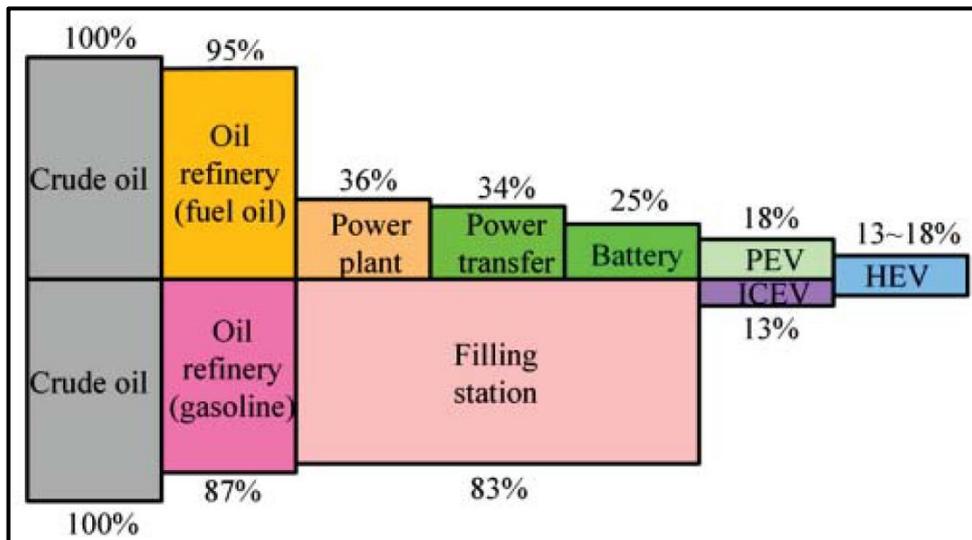


Figura N° 20: Eficiencia del BEV con energía producida por petróleo
Fuente: Chau, K. 2015

Se aprecia que si la energía suministrada es por parte del petróleo la eficiencia de un BEV es del 18% en comparación con el 13% de un vehículo a combustión interna (ICEV) eso quiere decir que el BEV es un 28% más eficiente, la eficiencia del vehículo híbrido estaría entre un 13% y 18% según el grado de electrificación que tenga, a simple vista se observa como una mínima diferencia pero es un 5% menos de consumo en combustibles fósiles, también se puede observar que para el caso del BEV la eficiencia de la central térmica se considera 36% la cual es propia de una central de ciclo simple a diferencia de una central a ciclo

combinado que posee una eficiencia de 55% y con esto se podría obtener una mayor eficiencia en el BEV alrededor del 26%.

Si esta situación se ve reflejada en el Perú, donde las principales fuentes de energía se dan por parte de las centrales hidroeléctricas y las centrales térmicas a gas. La eficiencia que tendría un BEV es aún mayor y todo eso considerando que las emisiones de gases contaminantes se darían por la generación de energía de la central térmica a gas. En la Figura N° 21 se observa la eficiencia del BEV para el caso de Perú.

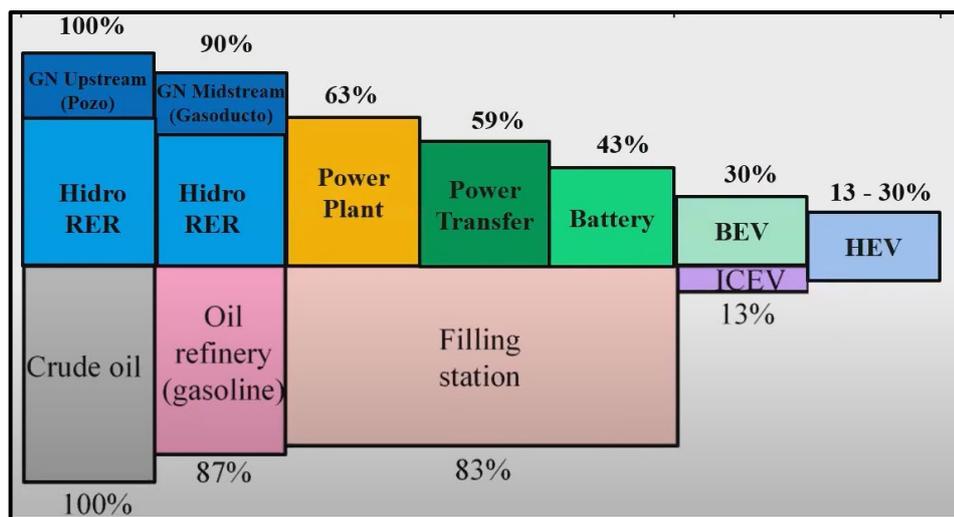


Figura N° 21: Eficiencia del BEV en Perú¹⁵

Si la energía es proveniente de las centrales hidroeléctricas y térmicas la eficiencia del BEV puede llegar hasta el 30% comparándolo con el 13% de los vehículos combustión interna, en este caso los PEHV y HEV estarían entre el 13% y 30% de eficiencia según su grado de electrificación, además de esto la emisión de GEI estaría presente en el PEHV y el HEV por que poseen motor a combustión interna, La ventaja que ofrece un BEV es mucho mayor en comparación a un vehículo híbrido por lo cual se recomienda la adquisición de Buses 100% eléctricos en la UNTELS los cuales son más eficientes, su costo de

¹⁵ Eficiencia de un BEV en el Perú, donde se observa el incremento de la eficiencia del BEV por tener una matriz energética principalmente conformada por centrales hidroeléctricas y gas natural encontrado en Webinar ESGEP: La Electromovilidad como estrategia clave para la transición energética en Perú

mantenimiento es menor y ayudarían a reducir la emisión de gases contaminantes.

A.3. Analizar situaciones similares donde se haya implementado este tipo de Bus eléctrico en Perú o Latinoamérica.

En Perú hubo casos de implementación buses eléctricos hasta la fecha como parte de proyectos e iniciativas para fomentar la Electromovilidad los cuales se verán a continuación.

El primer bus eléctrico que fue implementado en Lima se dio por parte de la empresa Engie en alianza con BYD y la municipalidad de San Isidro, el bus recorrió las calles de San Isidro desde setiembre de 2018 hasta diciembre de 2018, el fin del proyecto fue fomentar la movilidad urbana sostenible y la empresa que proveyó el bus fue el fabricante BYD.



Figura N° 22: Bus 100% eléctrico de Engie
Fuente: Engie

Posteriormente en el año 2019, Engie presentó el primer Bus eléctrico utilizado para la minería peruana. El cual transportaba a personal de un proyecto minero en el departamento de Cajamarca a 3998 msnm, fue fabricado por BYD contaba con una autonomía de 280 Km, un costo de operación 87% menor en comparación a los buses convencionales. El precio de una recarga completa oscilaba entre 36 y 38 soles, a comparación de 296 soles de un bus a combustible según indicó Engie.



Figura N° 23: Bus 100% eléctrico de Engie para la Minería
Fuente: Engie

El mismo año fue implementado en la empresa Etul 4 S.A. el bus K9G el cual realizaba la ruta de chorrillos a san Juan de Lurigancho, el bus estuvo en circulación durante tres meses, por convenio entre la empresa BYD y ETUL 4 S.A, que fue analizado para ver la viabilidad de implementar buses eléctricos en su flota vehicular. El bus tenía una capacidad para 80 pasajeros, autonomía de 240 km, batería de 324 kWh y permitía una recarga de hasta 80 kW de potencia.



Figura N° 24: Bus 100% eléctrico de ETUL 4 S.A.¹⁶

A finales del 2019, fue implementado en el corredor rojo de lima un bus eléctrico del fabricante BYD variante del modelo K9, por un convenio entre Enel X, Hydro Québec y Global Sustainable Electricity Partnership,

¹⁶ Bus 100% eléctrico de ETUL 4 S.A., presentación del bus en el local de la empresa ETUL 4 S.A. encontrado en <https://www.electrotransporte.com.pe/noticias.php?page=details&id=47>.

con el fin de registrar datos para un posterior estudio de replicabilidad, con el cual se pueda proponer la implementación de más de estos buses, hasta la fecha sigue en funcionamiento y ha logrado transportar miles de peruanos evitando la emisión de gases contaminantes en su recorrido. El bus tiene una autonomía de 300km, un tiempo de recarga de 4 horas a 80 kW de potencia.



Figura N° 25: Bus 100% eléctrico del corredor rojo de Lima¹⁷

El 25 de setiembre fue lanzado el primer bus eléctrico fabricado en Perú, por parte de la empresa MODASA el E-Titan Bus, tiene una autonomía de 200 km, capacidad para 85 pasajeros y su recarga es en DC con el conector tipo CCS de hasta 60kW.



Figura N° 26: E-Titan Bus de MODASA¹⁸

¹⁷ Bus 100% eléctrico del corredor rojo de lima, se moviliza por la ruta 201 del corredor rojo encontrado en <https://electrotransporte.com.pe/noticias.php?page=details&id=228>.

¹⁸ E-Titan Bus de MODASA recorriendo las calles de lima encontrado en <https://modasa.com.pe/noticias/modasa-lanzan-primero-bus-electrico/>.

Otro caso de implementación de estos buses es el modelo K9FE que fue implementado en el transporte público de la ciudad de Santiago en Chile. El bus tiene una autonomía de 250 km un tiempo de recarga de 3-4 horas capacidad para 30 personas sentadas más el conductor el cual se observa en la Figura N°27.

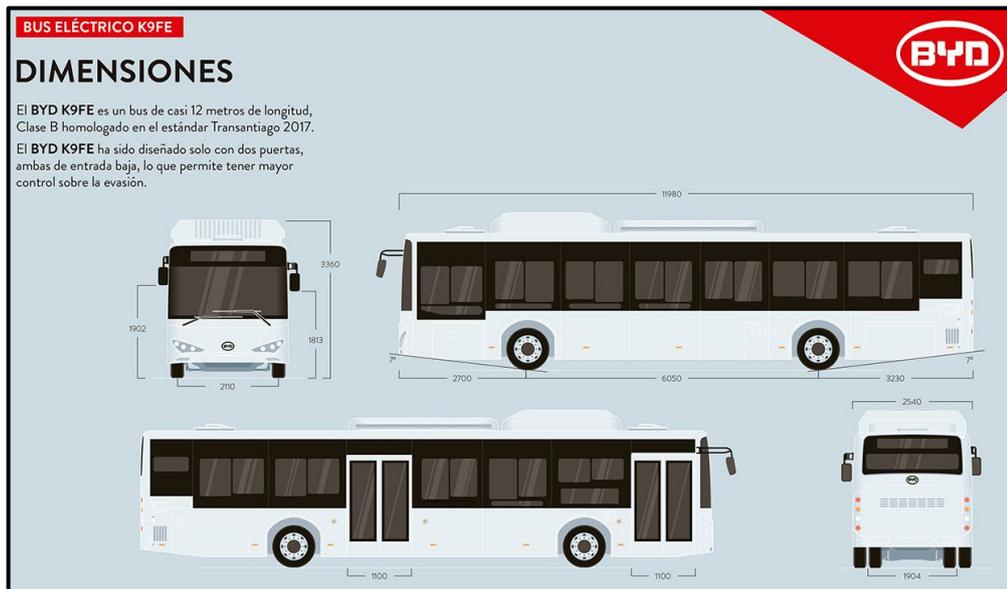


Figura N° 27: Características del Bus K9F

Haciendo un resumen de los casos anteriormente mencionados se observan los siguientes datos.

Tabla 4: Casos de buses implementados

	Fabricante	Recarga	Autonomía	Pasajeros
Bus Engie 2018	BYD	80 kW	No indica	No indica
Bud Engie 2019	BYD	80 kW	280 km	No indica
Bus ETUL 4 SA	BYD	80 kW	240 km	80
Bus Corredor rojo	BYD	80 kW	300 km	No indica
E-Titan Bus	MODASA	60 kW	200 km	85
Bus en Chile	BYD	80 kW	No indica	No indica

Fuente: Elaboración Propia

Observando el resumen de la Tabla 4 podemos llegar a la conclusión que el fabricante de buses con más casos de implementación en Perú es la empresa BYD, la cual cuenta con 3 años en el país, es una empresa China que se dedica a la fabricación de buses eléctricos, acumuladores de energía entre otros

A.4. Seleccionar el modelo de bus eléctrico en base a las actividades anteriormente realizadas.

Según las anteriores actividades realizadas, los buses del fabricante BYD han tenido buenos resultados en las implementaciones mencionadas. En todos los casos se ha comenzado con un modelo piloto en el cual se monitorea y se hace estudios para ver la viabilidad del proyecto, por lo que para un primer estudio se seleccionara un bus eléctrico el cual pueda ser estudiado y monitoreado para posteriormente incluir más Buses eléctricos en la UNTELS. En la Tabla N° 5 se observa los precios de los buses eléctricos de tres tipos de fabricantes que están presentes en Latinoamérica, el estudio fue realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Tabla 5: Comparativa de precios de fabricantes de buses eléctricos

Variable		YUTONG	BYD	QEV-Tech
Chasis + Carrocería + Batería	USD	322,200	315,500	287,000
Capacidad de batería	kWh	320	240	200
Costo del cargador	USD	24,000	6,500	38,000
Potencia del cargador	kW	60	80	80
Garantía de chasis y carrocería	Años	3	2	N/A
Garantía de la batería	Años	8	8	N/A
Garantía del cargador	Años	1	8	N/A

Fuente: Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctrico en Lima, Perú. BID

Se observa que el fabricante BYD tiene el costo de la estación de recarga más bajo, esto se debe a que el cargador es de corriente alterna el cual tiene una fabricación más simple en comparación a los cargadores en corriente continua de los otros fabricantes, por ello se escogerá el bus eléctrico en base a la oferta de este fabricante de buses eléctricos.

Dentro de las principales ofertas del fabricante BYD que pueden reemplazar al bus que seleccionamos para una futura adquisición de la UNTELS, tenemos los siguientes buses.

Tabla 6: Oferta de buses de BYD¹⁹

Modelo	K9	K7	K6
Peso	18000 kg	13500 kg	9555 kg
Largo	12000 mm	8900 mm	6900/7600 mm
Ancho	2520 mm	2465 mm	2160 mm
Altura	3340 mm	2930 mm	3145 mm
Asientos	39 + conductor	22/31 + conductor	22 + conductor
Batería	Litio Ferrofosfato	Litio Ferrofosfato	Litio Ferrofosfato
Frenos regenerativos	Si	Si	Si
Autonomía	300 km	200km	200km
Tiempo de recarga	4-5 horas	2-3 Horas	3-4 horas
Máxima velocidad	70 km/h	70 km/h	80 km/h
Recarga	AC <=80 kW	AC <=80 kW	AC <=40 kW
Tensión de entrada	Trifásico AC	Trifásico AC	Trifásico AC

Fuente: Elaboración propia

¹⁹ Oferta de Buses de BYD, donde se observan datos como medidas, asientos, tipo de batería, autonomía, entre otros, encontrado en <https://olectra.com>.

Observando las autonomías de los vehículos hay recorridos que no podrían ser cubiertos por estos vehículos, debido a que sería necesaria una mayor masificación de estaciones de recarga en todo el país, por ello se escogerá un bus para el traslado dentro de Lima el cual puede ser cubierto con facilidad por estos vehículos, el modelo que se seleccionara es el K7 en reemplazo del bus Volkswagen de 8.9 m que tiene la UNTELS, debido a que es el vehículo más antiguo se utiliza comúnmente para las rutas dentro de Lima, y se adecua a las características del bus.

Según la Tabla N°2 definida en el marco teórico que menciona las características de las baterías para vehículos eléctricos, este bus posee las baterías Ion Litio Ferrofosfato las cuales son las que tienen mejores características para la utilización en estos buses.

Desarrollo de procedimientos que corresponden al segundo objetivo específico:

B.1. Determinar el tipo de recarga que requiere el bus eléctrico seleccionado para la UNTELS

De los tres tipos de recarga para buses eléctricos definidos en el marco teórico, la recarga requerida por este Bus es la recarga tipo PlugIn (enchufable), debido a que lo recomendado es un bus eléctrico que tiene recorridos que pueden variar en caso sea necesario, al no tratarse de un flota de buses de gran tamaño con un recorrido fijo no es conveniente usar la recarga de oportunidad por pantógrafo ya que acarrearía muchos costos y permisos para usarlo en espacios públicos de igual manera con la recarga por inducción, el conector que usa este bus es el conector Tipo 2(Mennekes) el cual permite una recarga de hasta 40 kW por cada conector, el bus posee dos conectores que en conjunto permiten recargar hasta 80 kW logrando una carga completa en un periodo de 2 a 3 horas, cabe mencionar que se puede recargar en menores potencias mientras se tenga el mismo conector pero el tiempo de recarga va a aumentar mientras menor sea la potencia.

B.2. Analizar experiencias anteriores de implementaciones de estaciones de recarga en Perú.

Para los casos de implementación del primer bus eléctrico en la minería peruana y el primer bus en el transporte del corredor rojo de lima se instaló la estación de recarga del fabricante BYD el modelo EVA 080KI que se observa en la Figura N° 28 el cual ha tenido buenos resultados en su implementación tanto en Lima como en Cajamarca a casi 4000 m.s.n.m.



Figura N° 28: Estación de recarga de Engie en Cajamarca, Estación de recarga Lima E-bus
Fuente: Engie, Enel X

Una iniciativa privada para la recarga de vehículos eléctricos se dio por parte de la empresa PRIMAX en alianza con la empresa SHELL, los cuales instalaron una estación de recarga en su local en San Isidro, esta estación de recarga cuenta con 2 conectores el tipo CHAdeMO y el SAE Tipo 1, permite recargar en corriente continua con una potencia de hasta 500 kW el cual corresponde al modo de carga 4.



Figura N° 29: Estación de recarga PRIMAX
Fuente: Primax

Adicionalmente a estos casos la empresa generadora Engie ha realizado implementaciones de estaciones de recarga de 22kW el cual corresponde al modo de carga 3 en su local en San Isidro, en la rambla ubicada en San Borja, en el Jockey plaza de Arequipa, y en la vía evitamiento de Lima.



Figura N° 30: Estaciones de recarga implementadas por ENGIE
Fuente: Engie

Las estaciones de recarga están siendo diversificadas en Perú hay proyectos que vienen implementando más estaciones de recarga como por parte de ENEL X que también ha implementado más de 40 estaciones de recarga en todo el país, pero en su mayoría son para la recarga de Autos a excepción de los proyectos del Lima E-bus y la estación de recarga ubicada en Cajamarca.

B.3. Seleccionar la estación de recarga necesaria para abastecer el bus eléctrico recomendado para la UNTELS.

En base a lo anterior las estaciones de recarga que se ajustan a los requerimientos del bus seleccionado para la UNTELS es tanto el EVA 040KI como el EVA 080KI del fabricante BYD. En el siguiente cuadro se muestran un resumen de datos de los cargadores que se encuentran en el Anexo 5.

Tabla 7: Datos de estaciones de recarga

Datos	EVA 040 KI	EVA080 KI
Tensión de entrada 3Φ AC	380/400/415/480v	380/400/415/480v
Corriente de entrada	380/400/415≤63 A 480≤ 48 A	380/400/415≤126 A 480≤96 A
Potencia de entrada	40kVA	80kVA
Conector:	Modelo "I" 7 pines IEC 62196	Modelo "I" 7 pines IEC 62196
Altura	690 mm	690 mm
Largo	400 mm	400 mm
Ancho	200 mm	200 mm
Peso	28 kg	30 kg
Largo de cable	3 m	3 m
Protección IP	IP 55	IP 55

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 31: Estación de recarga EVA040KI y EVA080KI

Fuente: Elaboración propia

EL modelo EVA 080KI cuenta con dos mangueras de alimentación que tienen el conector tipo 2 (Mennekes) cada una de 40 kW que permite una recarga de hasta 80 kW, pudiendo realizar una recarga completa en un periodo de 2-3 horas. El modelo EVA 040KI cuenta con una manguera de alimentación con el conector tipo 2 recargando hasta 40 kW, pudiendo realizar una recarga completa en un periodo de 5-6 horas.

Según los casos implementados en Latinoamérica la relación entre las estaciones de recarga y los buses están en relación de 1:2 respectivamente, por lo cual para el caso recomendado en la UNTELS con un bus eléctrico de 9 metros es adecuada la implementación de una estación de recarga para abastecer este bus.

Para el desarrollo de la propuesta se consideraron, dos alternativas, la primera es con menor potencia requerida y mayor tiempo de recarga con la estación EVA 040KI, esta recarga se ajusta a los horarios de los conductores de los buses que permite tener una recarga completa entre las 00:00 y 06:00 horas; la segunda con mayor potencia requerida y menor tiempo de recarga con la estación EVA 080 KI, esta recarga va a permitir reducir los tiempos considerablemente el horario previsto se realizaría entre las 00:00 a 03:00 horas por lo que necesitaría personal para desconectar el bus a esa hora.

Desarrollo de los procedimientos que corresponden al tercer objetivo específico.

C.1. Obtener las características del sistema eléctrico de la UNTELS y proponer el espacio de la estación de recarga

Los datos actuales fueron proporcionados por parte de la oficina de infraestructura de la UNTELS, la Tabla N°8 muestra el cuadro de cargas correspondiente a la universidad que fue extraído del Anexo 7.

Tabla 8: Cuadro de cargas existentes de la UNTELS

Descripción	Watts	kW	kVA
Gimnasio 1° Piso	4823.60	4.82	5.67
Cafetería	3758.00	3.76	4.42
Pabellón A	32223.00	32.22	37.91
Pabellón B	57048.60	57.05	67.12
Pabellón C	32377.00	32.38	38.09
Biblioteca	10188.00	10.19	11.99
Admisión	36694.00	36.69	43.17
Auditorio	10099.20	10.10	11.88
Rectorado	26648.00	26.65	31.35
Centro Pre Universitario	3232.00	3.23	3.80
Garita de Ingreso	1756.00	1.76	2.07
Bombas	4710.00	4.71	5.54
Rectorado Proyectoado	89555.20	89.56	105.36
Zona deportiva y recreativa	600.00	0.60	0.71
Nuevo Comedor	41625.00	41.63	48.97
Iluminación perimetral	6594.00	6.59	7.76
Iluminación led interior	1800.00	1.80	2.12
Total	363731.60	363.73	427.92

Fuente: Elaboración propia

La UNTELS cuenta con dos transformadores, un transformador de 400 kVA a 22.9kV/0.23kV y otro de 160 kVA a 22.9kV/0.23kV, para alimentar a todos los circuitos que se describen la Tabla 8. Por lo tanto, según la Tabla 9 la Universidad cuenta con una potencia total de 560 kVA y una potencia disponible de 132.8 kVA equivalente al 23.59%, que puede utilizarse para cargas adicionales.

Tabla 9: Potencia libre de la UNTELS

	Potencia(kVA)	
Transformador 1	400	Porcentaje
Transformador 2	160	
Total	560	100 %
Consumo actual	427.92	76.41%
Disponible	132.08	23.59%

Fuente: Elaboración Propia

Para la ubicación de la estación de recarga se consideró el espacio que se encuentra en la parte posterior del anfiteatro de la universidad, el espacio es un área de 75 m², 15 metros de largo y 5 metros de ancho como se aprecia en la Figura N° 32 y 33, el espacio es adecuado para el bus y la estación de recarga.

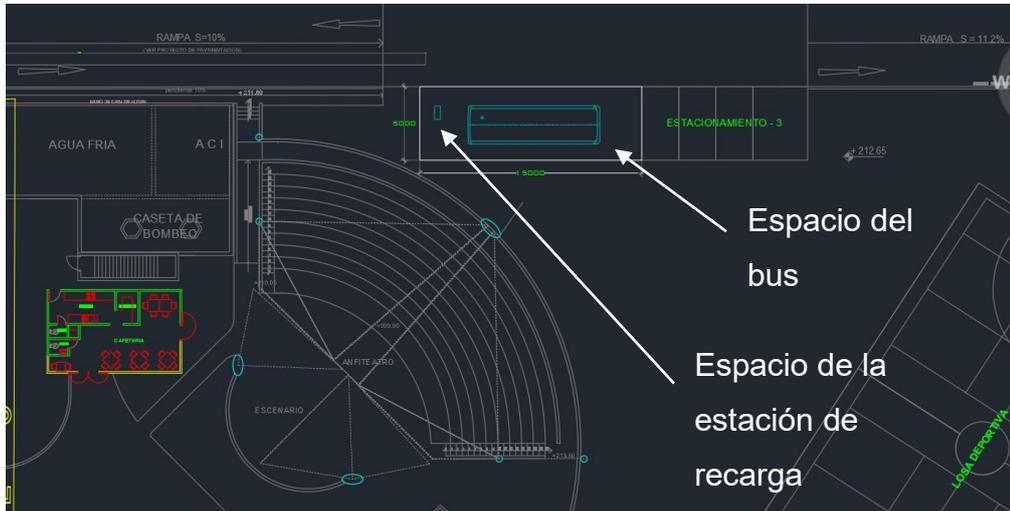


Figura N° 32: Detalle de la ubicación de la estación de recarga
Fuente: Elaboración propia

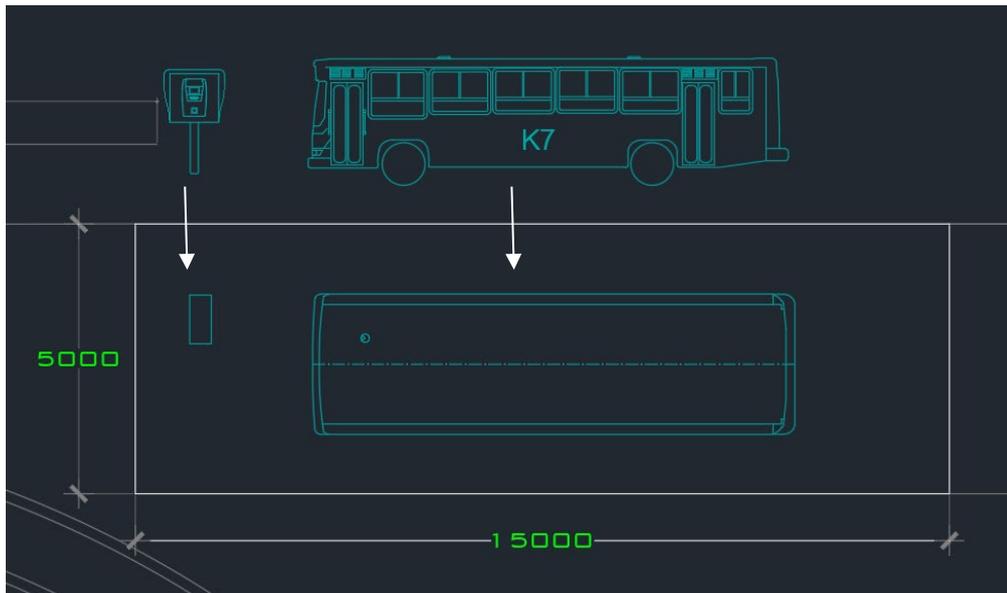


Figura N° 33: Bus K7 y estación de recarga EVA 040KI
Fuente: Elaboración Propia

C.2. Calcular la demanda eléctrica de la estación de recarga propuesta para la UNTELS y circuitos adicionales.

Como se mencionó en el procedimiento B.3. se va desarrollar la propuesta para las dos alternativas de recarga, y se presentaran los cálculos realizados para la recarga con la estación EVA 040KI en las siguientes actividades.

Tabla 10: Cuadro de cargas de la infraestructura

Circuito	Descripción	Potencia kW	Cantidad	Factor de demanda	Máxima demanda kW	Total kW	Tiempo de recarga
Primera propuesta							
C1	Estación de recarga	40	1	1	40	40.18	6 horas
C2	Iluminación	0.045	4	1	0.18		
Segunda propuesta							
C1	Estación de recarga	80	1	1	80	80.18	3 horas
C2	Iluminación	0.045	4	1	0.18		

Fuente: Elaboración propia

Como se describió en el procedimiento C.1. los transformadores alimentan a los circuitos de la Universidad con 230v y la alimentación que requiere la estación de recarga como se indica en la Tabla 7 es de 380v a 440 v con neutro y conexión a tierra, para lo cual para la instalación de la estación de recarga se necesitará un transformador de 230/400v con una potencia de 75 kVA conexión estrella-estrella para la estación EVA 040KI y un transformador de 100 kVA con las mismas características para la estación de recarga EVA 080KI.

C.3. Dimensionamiento de los conductores eléctricos y equipo de protección requeridos para la estación de recarga.

Para el dimensionamiento de los conductores se calculó la intensidad nominal de la instalación con la siguiente fórmula según Rodríguez, M. (2003).

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \quad (1)$$

Donde:

- I_n : Intensidad nominal
- P : Potencia (máxima demanda)
- V : Tensión
- $\cos\phi$: factor de potencia (0.95 para este caso)

Reemplazando los datos (Tabla N° 9):

$$I_n = \frac{40180W}{400 \times \sqrt{3} \times 0.95}$$
$$I_n = 61 A$$

Calculando la intensidad de diseño

$$I_d = 1.25 I_n$$

$$I_d = 1.25 \times 61$$

$$I_d = 76.25 A$$

Con la intensidad de diseño hallada anteriormente se calculó la caída de tensión que debe ser menor al 2.5% según la sección 050 del Código Nacional de Electricidad (CNE).

Para hallar la caída de tensión en el sistema trifásico se utilizó la siguiente fórmula según el catálogo del fabricante Centelsa el cual está basado en las NTP y lo indicado en el CNE.

$$\Delta V = \sqrt{3} I L (R_{ca} \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \quad (2)$$

Donde:

- ΔV : Caída de tensión en V
- Id: Corriente a transportar (A)
- R_{ca} : Resistencia en corriente alterna (Ω/km)
- φ : Ángulo de fase
- $\cos \varphi$: Factor de potencia (0.95)
- X_L : Reactancia inductiva (0.096 Ω/km para 60 Hz)
- L: longitud del circuito (km)

La distancia de la fuente de alimentación hasta la estación de recarga es aproximadamente de 120 metros, la resistividad del conductor es de 17.241 Ω/km y la sección de 70mm² que se utilizó para realizar los cálculos.

Reemplazando los datos en la formula mostrada:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 76.25 \times 0.12 \times \left(\left(\frac{17.241}{70} \right) (0.95) + (0.096)(0.312) \right)$$

$$\Delta V = 4.18 \text{ V}$$

Calculando el porcentaje de caída de tensión.

$$\frac{4.18 \text{ V}}{230 \text{ V}} \times 100 = 1.82 \%$$

La sección del conductor es correcta ya que tiene una caída de tensión menor al 2.5%

$$1.82\% < 2.5\%$$

La canalización de los conductores deberá ser subterránea mediante tuberías y se consideró los siguientes factores que indica el fabricante.

- Temperatura máxima del conductor: 90°C.
- Temperatura ambiente: 30°C.
- Temperatura del terreno: 20°C.
- Profundidad de tendido: 0.7 m.
- Resistividad térmica del terreno: 1 K.m/W.

Las características del conductor seleccionado se muestran en la Tabla N° 11 para ambas propuestas de las estaciones de recarga, que fueron extraídas del Anexo 6.

Tabla 11: Características técnicas del conductor N2XOH

	Primera propuesta	Segunda propuesta
Material del conductor	Cobre	Cobre
Material de aislamiento	Polietileno reticulado XLPE	Polietileno reticulado XLPE
Cubierta exterior	Compuesto Termoplástico Libre de halógenos	Compuesto Termoplástico Libre de halógenos
Tensión de operación	0.6/1kV	0.6/1kV
Temperatura máxima del conductor	90°C	90 °C
Sección	70 mm ²	120mm ²
Corriente de diseño	76.25 A	152.25 A
Corriente nominal del conductor (Anexo 6)	275 A	380 A
Tubería PVC SAP (Anexo 9)	65 mm	80 mm

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar los interruptores termomagnéticos y diferenciales requeridos para la instalación de la estación de recarga se utilizó la intensidad de diseño.

$$I_d = 76.25 A$$

Para esta intensidad calculada utilizaremos un interruptor termomagnético de caja moldeada de 100 A, de modelo NSX del fabricante Schneider que se muestra en el Anexo 2, que puede regular la corriente a 80 A para proteger la instalación.

Para verificar que el interruptor es el correcto se calculó la corriente de cortocircuito en el punto de instalación y se comparó con el poder de corte del interruptor, para ello se utilizara la siguiente formula según el catálogo del fabricante Schneider basado en las Normas IEC.

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3}xZ_t} \quad (3)$$

Donde:

- I_{cc} : Corriente de cortocircuito
- U: Tensión de la red
- Z_T : Impedancia total por fase de la instalación aguas arriba donde se encuentra el defecto (en Ω)

Para hallar la impedancia total se calculó las resistencias y reactancias de la instalación que se encuentran aguas arriba de la instalación y posteriormente se aplicó la siguiente formula:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} \quad (4)$$

Que se puede expresar como:

$$Z_T = \sqrt{(R_1 + R_2 \dots)^2 + (X_1 + X_2 \dots)^2} \quad (5)$$

Primero se calculó la impedancia de la red con la siguiente formula.

$$Z = \frac{U^2}{P_{cc}} \quad (6)$$

Donde:

- Z: impedancia de la red
- U: Tensión de fase en BT (V)
- P_{cc}: Potencia de cortocircuito (VA)

Para el caso de la resistencia de la red es mínima en comparación a la impedancia por lo cual se puede asumir

$$Z \approx X$$

Según datos de potencia de cortocircuito indicados por Luz del Sur que se muestran en el Anexo 10, tenemos la siguiente tabla:

Tabla 12: Potencias de cortocircuito

Tensión	Potencia de cortocircuito
10 kV	100 MVA
22.9 kV	200 MVA

Fuente: Elaboración Propia

La tensión que suministra es de 22.9kV por parte de luz del sur y la potencia de cortocircuito es de 200kVA. La tensión de fase en el lado de BT es de 230 v.

Reemplazando los datos:

$$Z_1 = X_1 = \frac{230^2}{200 \times 10^6}$$

$$X_1 = 0.265 \times 10^{-3} \Omega$$

Paso siguiente se calculó la impedancia de los transformadores de 400 kVA y 75 kVA con la siguiente formula.

$$Z = \frac{U^2 \times U_{cc}}{S_n \times 100} \quad (7)$$

Donde:

- U: Tensión compuesta de la red en vacío.
- U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador (en %)
- S_n : Potencia del transformador (en kVA)

Conforme indica el manual de Schneider, para este caso R se puede ignorar dado $X \approx Z$ en transformadores de distribución estándar por lo cual asumiremos:

$$Z = X$$

Datos del transformador de 400 kVA obtenidos del Anexo 7:

- Tensión del secundario: 230 v
- % U_{cc} : 4.8

Reemplazando los datos:

$$Z_2 = X_2 = \frac{230^2 \times 4.8}{400000 \times 100}$$

$$X_2 = 0,000635 \Omega$$

Para el transformador de 75kVA:

- Tensión del secundario: 400 v

- %Ucc²⁰: 4

$$Z_6 = X_6 = \frac{400^2 \times 4}{75000 \times 100}$$

$$X_6 = 0,085 \Omega$$

Para hallar la impedancia de los conductores, se calculó la resistencia con la siguiente formula:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (8)$$

Donde:

- ρ : Resistividad del material conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- L: Longitud (m)
- S: Sección (mm^2)

Y la reactancia con la siguiente fórmula para sistemas de 60Hz:

$$X = 0.096 \frac{\Omega}{\text{km}} \times L \quad (9)$$

Donde:

- L: Longitud del conductor(km)

Existen 3 tramos de conductores hasta el punto de instalación:

Tramo 1: del transformador de 400 kVA al interruptor principal

Tramo 2: del transformador de 400 kVA al transformador de 75kVA.

Tramo 3: del transformador de 75 kVA al punto de instalación

²⁰ Datos obtenidos de la página: <https://epriperu.com/productos/transformador-de-aislamiento-trifasico-75kva>.

Los datos obtenidos de los conductores en los tramos son los siguientes:

Tabla 13: Datos de conductores

Tramo	Sección	Longitud	Resistividad
1	185mm ²	5m	17.241 Ω.mm ² /km
2	70 mm ²	5m	17.241 Ω.mm ² /km
3	70 mm ²	120 m	17.241 Ω.mm ² /km

Fuente: Elaboración propia

Hallando la resistencia y reactancia del tramo 1:

$$R_2 = 17.241 \frac{5 \times 10^{-3}}{185}$$

$$R_2 = 0.47 \text{ m}\Omega$$

$$X_3 = 0.096 \times 5 \times 10^{-3}$$

$$X_3 = 0.48 \text{ m}\Omega$$

Hallando la resistencia y reactancia del tramo 2:

$$R_5 = 17.241 \frac{5 \times 10^{-3}}{70}$$

$$R_5 = 1.23 \text{ m}\Omega$$

$$X_5 = 0.096 \times 5 \times 10^{-3}$$

$$X_5 = 0.48 \text{ m}\Omega$$

Hallando la resistencia y reactancia del tramo 3:

$$R_7 = 0.017 \frac{120 \times 10^{-3}}{70}$$

$$R_7 = 29.6 \text{ m}\Omega$$

$$X_7 = 0.096 \times 120 \times 10^{-3}$$

$$X_7 = 11.5 \text{ m}\Omega$$

Recopilando los resultados y calculando la corriente de cortocircuito.

Tabla 14: Corriente de cortocircuito de la instalación

Primera propuesta estación EVA 040KI						
N°		R(mΩ)	X(mΩ)	Rt(mΩ)	Xt(mΩ)	$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3}x\sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$
1	Línea	0.00	2.65	0.00	2.65	
2	Transformador 400kVA	0.00	6.35	0.00	9	
3	Conductor tramo 1	0.47	0.48	1.23	9.48	
4	Interruptor principal	0.00	0.015	1.23	9.5	
5	Conductor tramo 2	1.23	0.48	2.46	9.98	
6	Transformador 75kVA	0.00	85	2.46	94.98	
7	Conductor tramo 3	29.60	11.5	32.06	106.48	2.08 kA
Poder de corte último del interruptor seleccionado						25 kA
Segunda propuesta Estación EVA 080KI						
N°		R(mΩ)	X(mΩ)	Rt(mΩ)	Xt(mΩ)	$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3}x\sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$
1	Línea	0.00	2.65	0.00	2.65	
2	Transformador 400kVA	0.00	6.35	0.00	9.00	
3	Conductor tramo 1	0.47	0.48	0.47	9.48	
4	Interruptor principal	0.00	0.015	0.47	9.50	
5	Conductor tramo 2	0.72	0.48	1.19	9.98	
6	Transformador 100kVA	0.00	60.8	1.19	70.78	
7	Conductor tramo 3	17.00	11.5	18.19	82.28	2.74 kA
Poder de corte último del interruptor seleccionado						25 kA

Fuente: Elaboración propia

El poder de corte último del interruptor es mayor que la corriente de cortocircuito, por lo que el interruptor es apto para ser instalado en la estación de recarga.

El interruptor diferencial que se determinó será de 100 A con una sensibilidad de 30 mA del fabricante Schneider que se muestra Anexo 3.

Para la selección del esquema de instalación se utilizará el esquema 4b, el cual se definió en el marco teórico, esta instalación se adecua a la necesidad ya que comprende únicamente la estación de recarga y el circuito de iluminación que se muestra en la Figura N° 34.

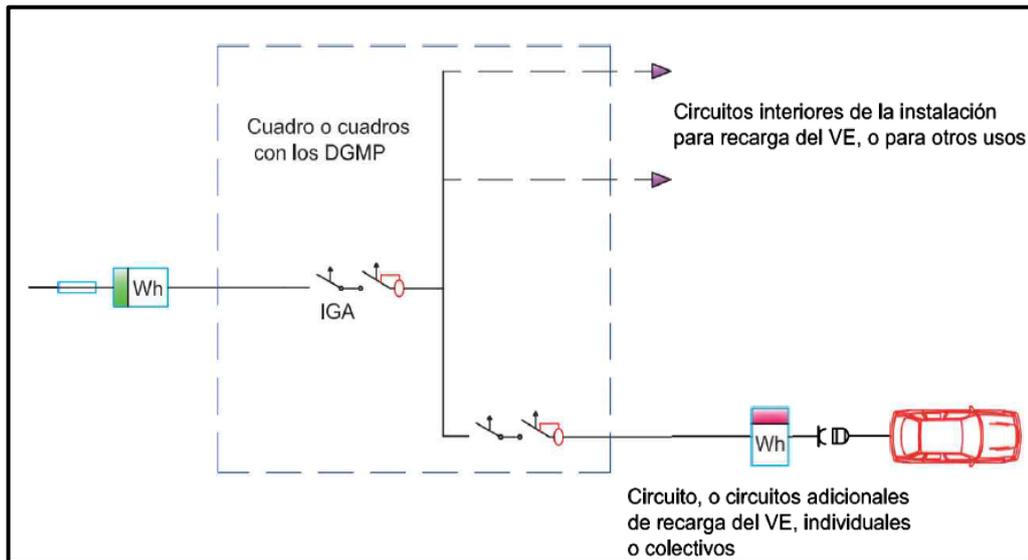


Figura N° 34: Esquema para la instalación del Bus K7
Fuente: Trashorras, 2019

2.4. RESULTADOS

2.4.1 El vehículo que reúne las características para reemplazar el bus seleccionado de la UNTELS es el modelo K7 que se observa en la Figura N° 35 del fabricante BYD, este bus se adecua a los recorridos determinados en la Figura N°18 dentro del departamento de Lima con una autonomía máxima de 200 km evitando la emisión de gases de efecto invernadero en todo su recorrido y recargándose conectado a la red eléctrica.

Tabla 15: Características del Bus K7

Modelo	K7
Peso	13500 kg
Largo	8900 mm

Ancho	2465 mm
Altura	2930 mm
Asientos	22/31 + conductor
Batería	Litio Ferrofosfato
Frenos regenerativos	Si
Autonomía	200km
Tiempo de recarga	2-3 Horas
Máxima velocidad	70 km/h
Recarga	AC <=80 kW
Tensión de entrada	Trifásico AC

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 35: Bus K7 del fabricante BYD

2.4.2 La estación de recarga que se seleccionó como primera opción para la recarga del bus es el modelo EVA 040KI del fabricante BYD el cual permitirá la recarga completa del bus en un periodo máximo de 6 horas a 40 kW que cuenta con el conector Tipo 2 (Mennekes), la segunda opción para la recarga del bus se consideró la estación EVA 080KI, que cuenta con dos conectores Tipo 2 llegando a recargar hasta 80 kW, según las características para el

conector Tipo 2 la Norma IEC 62196-2 vista en el marco teórico permite una recarga de hasta 43.5 kW, con lo cual cumple correctamente con lo indicado por la Norma.

2.4.3 La estación de recarga tendrá el siguiente diagrama unifilar con los equipos de protección correspondientes y los conductores eléctricos dimensionados para evitar la caída de tensión conforme indica el CNE y obedeciendo al esquema de recarga 4b definido en el marco teórico.

Tabla 16: Resultados del dimensionamiento

	Propuesta 1	Propuesta 2
Estación de recarga	EVA 040 KI	EVA 080 KI
Potencia	40 kW	80 kW
Transformador	75 kVA	100 kVA
Corriente de Diseño (Id)	76.25 A	152.25 A
Conductor	N2XOH 70mm ²	N2XOH 120mm ²
Tubería	PVC SAP 65 mm	PVC SAP 80 mm
Caída de tensión	4.18 v	5.27 v
% Caída de tensión (según norma máx. 2.5%)	1.82%	2.29%
Interruptor Termomagnético	100 A	160 A
Interruptor diferencial (sensibilidad 30mA)	100 A	Incluido en el interruptor
Corriente de cortocircuito (máx. 25kA según la capacidad del interruptor)	2.083 kA	2.744 kA

Fuente: Elaboración Propia

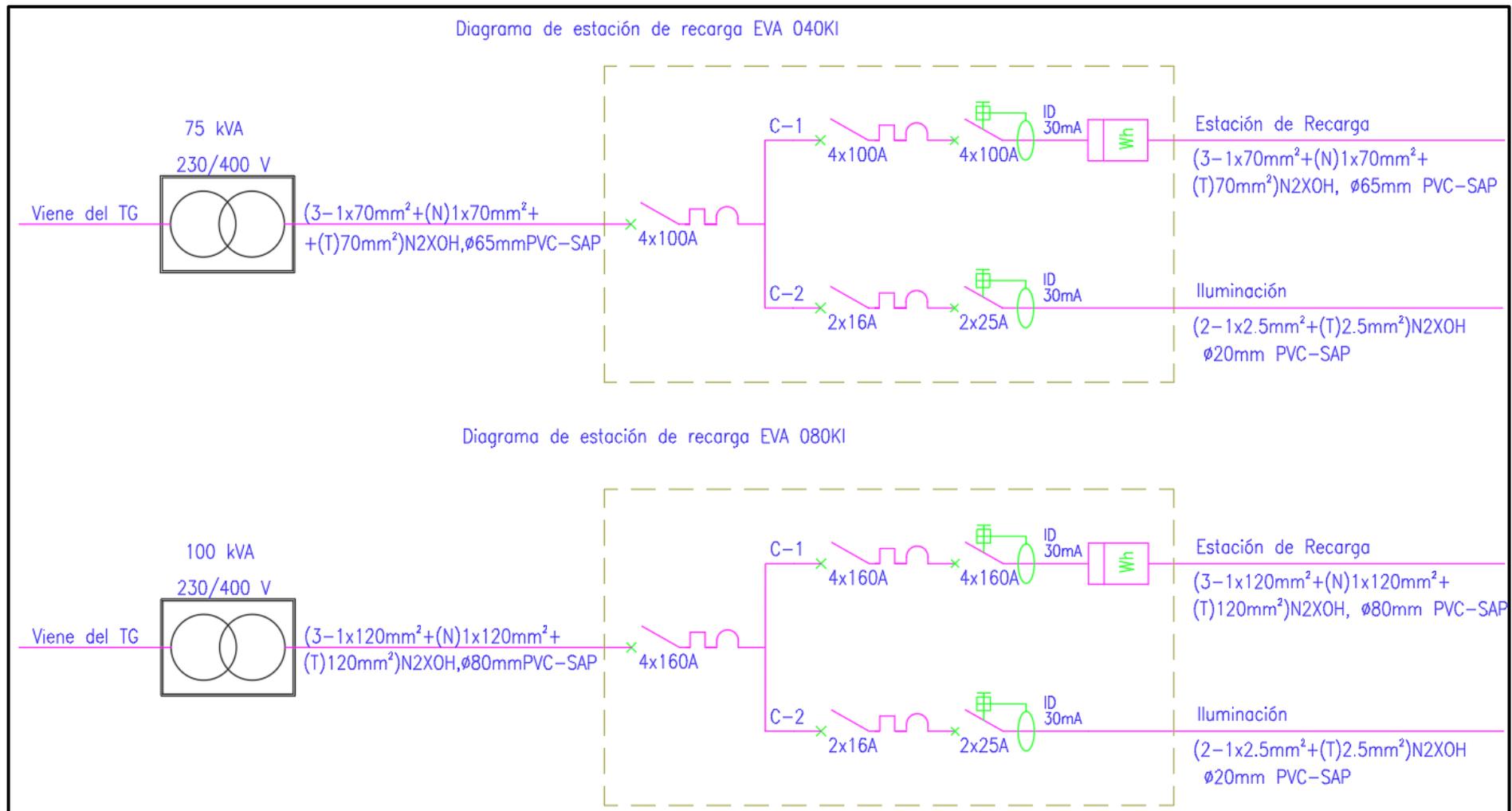


Figura N° 36: Diagrama unifilar de la estación de recarga
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- a) Se selecciono el bus K7 del fabricante BYD que deberá reemplazar al bus Volkswagen de 8.9m por tener un recorrido dentro de Lima y ser el vehículo más antiguo de la flota de buses; este bus se adecua más a las necesidades actuales de la UNTELS y permitirá reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en su recorrido, coadyuvando a la movilidad sostenible en el Perú.

- b) Se determino que será necesaria una estación de recarga y se desarrolló propuestas para la recarga con la estación EVA 040KI y EVA 080KI del fabricante BYD el cual permitirá que el bus pueda recargar completamente en periodos de 6 y 3 horas respectivamente, luego del cual podrá tener una autonomía de hasta 200km que le permitirá completar recorridos dentro de Lima.

- c) Se dimensionó los conductores eléctricos y los equipos de protección para ambas propuestas de estación de recarga con una caída de tensión menor al 2.5% como indica el CNE, en el cual se va a poder recargar el bus eléctrico seleccionado para la UNTELS.

Por lo tanto, se diseñó la propuesta de infraestructura de recarga para la futura adquisición de un bus eléctrico en la UNTELS.

RECOMENDACIONES

Con la adquisición de un bus eléctrico se recomienda monitorear el consumo, rendimiento e inconvenientes que se presenten en el funcionamiento diario de este vehículo, que después de ello permitan saber rentabilidad de cambiar toda la flota actual de buses a combustión interna que tiene la UNTELS por buses eléctricos.

Para que el bus entre en circulación es necesario que se capacite a los choferes, ya que el manejo de este bus es diferente a un bus convencional por poseer un nuevo tipo de tecnología.

Si por circunstancias de prioridad no se cuenta con la potencia requerida por las propuestas presentadas, se recomienda ampliar la potencia de la subestación de la UNTELS y diseñarlo en base a los datos que se brindan en esta propuesta.

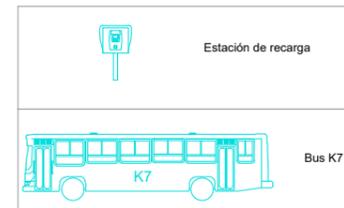
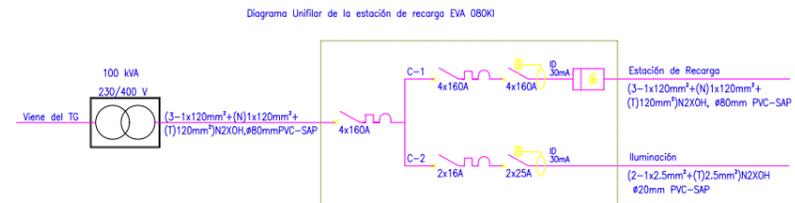
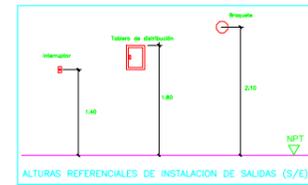
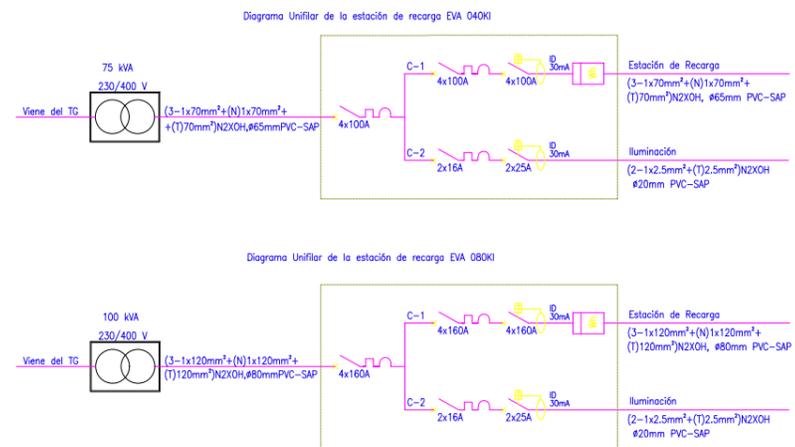
Se puede complementar el proyecto implementando fuentes de energía renovable como pueden ser paneles solares para abastecer la estación de recarga que permita crear una sostenibilidad en el transporte de la UNTELS.

Como una consideración adicional promover cursos de Electromovilidad para los estudiantes de la UNTELS e incentivar a su inclusión en la malla curricular de la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica esta asignatura tan interesante e importante.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado S. (2017). *Estudio de Factibilidad para la implementación de electrolineras en el Distrito Metropolitano de Quito*. Ecuador.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Análisis de tecnología, industria y mercado del Vehículo Eléctrico en América Latina y el Caribe*.
- Barros H. y Ortega L. (2018). *Análisis y Diseño de la Instalación Eléctrica de una Electrolinera en la Ciudad de Cuenca*. Trabajo e Titulación previo a la obtención de Ingeniero Eléctrico. Ecuador.
- Barros, H. P., & Ortega, L. A. (2018). *Análisis y Diseño de la Instalación Eléctrica de una Electrolinera en la Ciudad de Cuenca*. Ecuador.
- Carbo J. y Mendoza S. (2017). *Diseño de construcción y análisis de emplazamiento de electrolineras en Guayaquil y Samborondón*. Ecuador.
- Centelsa Perú S.A.C. (s.f.). *Boletín Técnico*. Perú. Obtenido de https://www.centelsa.com/productos_centelsa/productos_peru/BOLETIN_TECNICO/Boletin_tecnico_peru.pdf
- Chau, K. T. (2015). *Electric vehicle machines and drives: design, analysis and application*. John Wiley & Sons.
- Medina J. (2018). *Estudio e implementación de electrolineras (servicio de carga de baterías para autos eléctricos): Electrogas S.A.* Ecuador.
- Ministerio de Energía de Chile. (s.f.). *Plataforma de Electromovilidad*. Obtenido de <https://energia.gob.cl/electromovilidad/recursos-e-informacion-tecnica/cargadores-para-buses-electricos>
- OSINERGMIN. (2019). *Electromovilidad. Conceptos, políticas y lecciones aprendidas para el Perú*.
- Rodríguez M. (2003). *Diseño de instalaciones eléctricas en residencias*. Perú.
- Salmerón J. (2012). *Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera*. España.
- Schneider Electric. (2010). *Guía de instalación de diseño de instalaciones eléctricas, según Normas internacionales IEC*.
- Trashorras, J. (2019). *Vehículos eléctricos*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.
- Zúñiga V. (2014). *Propuesta de las características técnicas de un vehículo eléctrico para uso privado en lima metropolitana*. Perú.

ANEXO 1: PLANO DE LA INSTALACIÓN

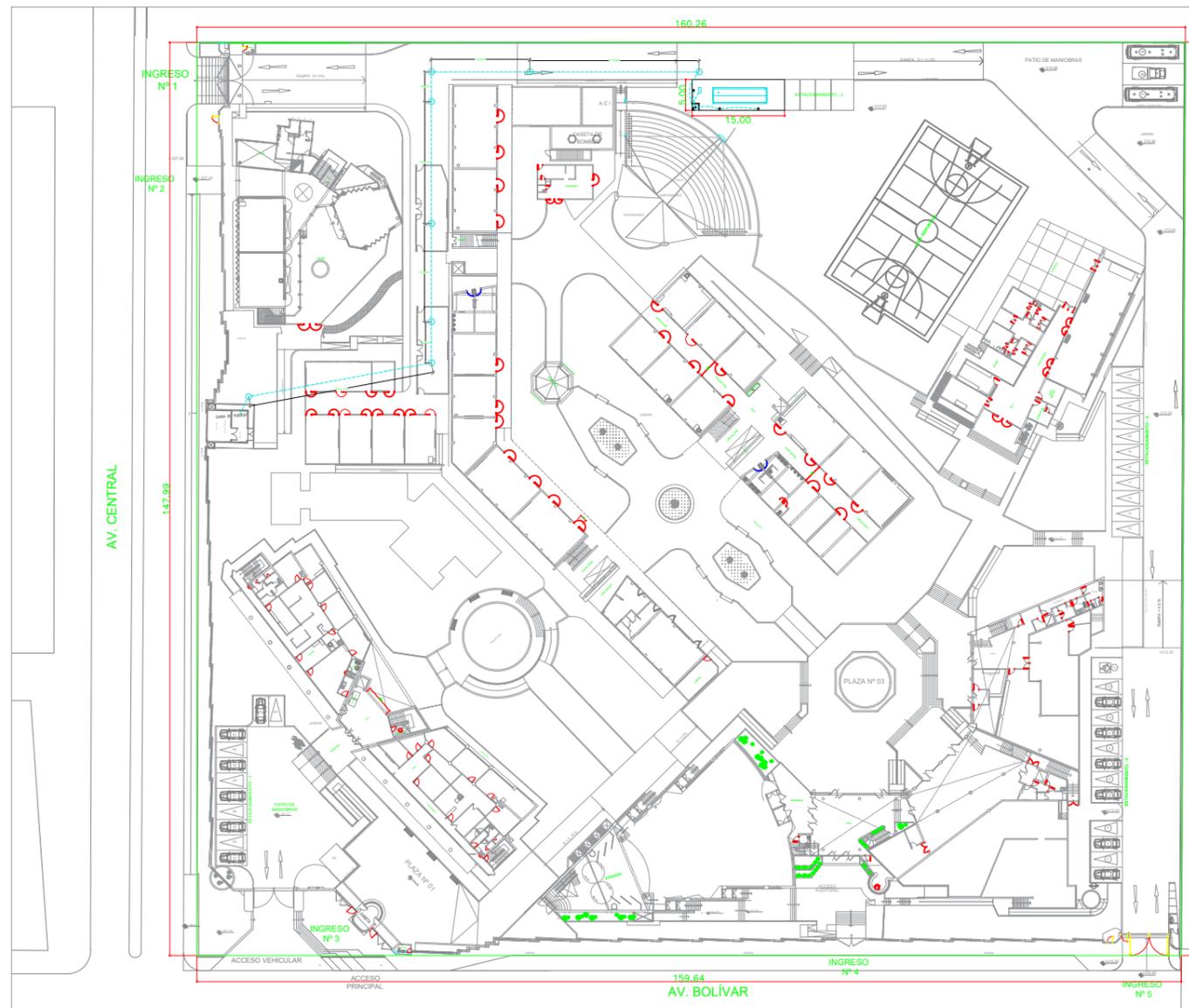


LEYENDA			
SÍMBOLO GRÁFICO	DEFINICIÓN	ALTURA (m.) SNPT. eje	CAJA RECEPTORA (mm.)
	TABLERO CON INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS 10KA(Nº FUSE)	1.80 A LA BASE SUPERIOR	
	SALIDA PARA CENTRO DE ALUMBRADO EN TECHO	TECHO	OCTOGONAL 100 # x 40
	SALIDA PARA PUNTO DE ALUMBRADO EN PARED (BRAQUETE)	2.10	OCTOGONAL 100 # x 40
	TUBERÍA POR TECHO Y/O PARED		
	TUBERÍA POR PISO PVC-P		
	SALIDA PARA INTERRUPTOR Simple y Doble	1.40	RECTANGULAR 100x50x50
	BUZÓN DE CABLES	1.40	
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL		
	MEDIDOR DE ENERGIA		ESPECIAL

Cuadro de cargas						
Circuito	Descripción	Potencia kW	Cantidad	Factor de demanda	Máxima demanda kW	Tempo de recarga
Primera propuesta Estación EVA 040KI						
C1	Estación de recarga	40	1	1	40	6 horas
C2	Iluminación	0.045	4	1	0.18	
Segunda propuesta Estación EVA 080KI						
C1	Estación de recarga	80	1	1	80	3 horas
C2	Iluminación	0.045	4	1	0.18	

Características del conductor		
	Primera propuesta	Segunda propuesta
Material del conductor	Cobre	Cobre
Material de aislamiento	Poliétileno reticulado XLPE	Poliétileno reticulado XLPE
Cubierta exterior	Compuesto Termoplástico Libre de halógenos	Compuesto Termoplástico Libre de halógenos
Tensión de operación	0.6/1kV	0.6/1kV
Temperatura máxima del conductor	90°C	90 °C
Sección	70 mm ²	120mm ²
Corriente de diseño	76.25 A	152.25 A
Corriente nominal del conductor	275 A	380 A
Tubería PVC SAP	65 mm	80 mm

Cálculo de cortocircuito					
Primera propuesta					
Nº	R(mΩ)	X(mΩ)	Rt(mΩ)	Xt(mΩ)	Corriente de cortocircuito
1	0.00	2.65	0.00	2.65	
2	0.00	6.35	0.00	9	
3	0.47	0.48	1.23	9.48	
4	0.00	0.015	1.23	9.5	
5	1.23	0.48	2.46	9.98	
6	0.00	85	2.46	94.98	
7	29.60	11.5	32.06	106.48	2.08 kA
Poder de corte ultimo del interruptor seleccionado					25 kA
Segunda propuesta					
Nº	R(mΩ)	X(mΩ)	Rt(mΩ)	Xt(mΩ)	Corriente de cortocircuito
1	0.00	2.65	0.00	2.65	
2	0.00	6.35	0.00	9.00	
3	0.47	0.48	0.47	9.48	
4	0.00	0.015	0.47	9.50	
5	0.72	0.48	1.19	9.98	
6	0.00	60.8	1.19	70.78	
7	17.00	11.5	18.19	82.28	2.744
Poder de corte ultimo del interruptor seleccionado					25 kA



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
UNTELS

PROYECTO: Propuesta de implementación de bus eléctrico en la UNTELS

DIRECCIÓN: Dr. Víctor Manuel Sánchez

ESCALA: 1/100

FECHA: Noviembre de 2020

PROFESIONAL: Bachiller José Arturo Huilca Bobadilla

A-1

ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DEL INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA.

Common characteristics			
Rated voltages	Insulation voltage (V)	Ui	800
	Insulation voltage for ELCB [6]	Ui	500
	Impulse withstand voltage (kV)	Uimp	8
	Operational voltage (V)	Ue AC 50/60 Hz	690
	Operation voltage for ELCB [6]	Ue AC 50/60 Hz	440
Suitability for isolation		IEC/EN 60947-2	yes
Utilisation category			A
Pollution degree		IEC 60664-1	3

Circuit breakers				NSX100						NSX160 [4]								
Breaking capacity levels				B	F	N	H	S	L	R	HB1	HB2	B	F	N	H	S	L
Electrical characteristics as per IEC/EN 60947-2																		
Rated current (A)	In	40 °C		100						100			160					
Number of poles				2 [5], 3, 4						3, 4			2 [5], 3, 4					
Breaking capacity (kA rms)																		
	Icu	AC 50/60 Hz	220/240 V	40	85	90	100	120	150	200	-	-	40	85	90	100	120	150
			380/415 V	25	36	50	70	100	150	200	-	-	25	36	50	70	100	150
			440 V	20	35	50	65	90	130	200	-	-	20	35	50	65	90	130
			500 V	15	25	36	50	65	70	80	85	100	15	30	36	50	65	70
			525 V	-	22	35	35	40	50	65	80	100	-	22	35	35	40	50
			660/690 V	-	8	10	10	15	20	45	75	100	-	8	10	10	15	20
Service breaking capacity (kA rms)																		
	Ics	AC 50/60 Hz	220/240 V	40	85	90	100	120	150	200	-	-	40	85	90	100	120	150
			380/415 V	25	36	50	70	100	150	200	-	-	25	36	50	70	100	150
			440 V	20	35	50	65	90	130	200	-	-	20	35	50	65	90	130
			500 V	7	12	36	50	65	70	80	85	100	15	30	36	50	65	70
			525 V	-	11	35	35	40	50	65	80	100	-	22	35	35	40	50
			660/690 V	-	4	10	10	15	20	45	75	100	-	8	10	10	15	20

Ficha técnica del producto

Características

LV429570

circuit breaker ComPact NSX100B, 25 kA at 415 VAC, TMD trip unit 100 A, 4 poles 4d



Principal

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact NSX
Gama de producto	ComPact NSX100...250
Nombre corto del dispositivo	NSX100B
Tipo de producto o componente	Interrupor automático
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	4t
Posición de neutro	Izquierda
Corriente nominal (In)	100 A at 40 °C
[Ue] tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60 Hz
Tipo de red	CA
Frecuencia de red	50/60 Hz
Apto para seccionamiento	Yes conforming to EN/IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	15 kA Icu at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 20 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 25 kA Icu at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 40 kA Icu at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2
Performance level	B 25 kA 415 V AC
Unidad de control	TM-D
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Funciones de protección de unidad de control	LI
Tipo de control	Maneta
Circuit breaker mounting mode	Fijo

Complementario

[Ui] tensión asignada de aislamiento	800 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	20 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA at 380/415 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 40 kA at 220/240 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 7.5 kA en 500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
Endurancia mecánica	50000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos en 690 V In 20000 ciclos en 690 V In/2 30000 ciclos en 440 V In 50000 ciclos en 440 V In/2
Tipo de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
Paso interpolar	35 mm
Tipo de protección	L : for overload protection (thermal) I : for short-circuit protection (magnetic)
Calibre de la unidad de disparo	100 A at 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Ajustable
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0,7...1 x In
Long-time protection delay adjustment type tr	Fijo
[Tr] long-time protection delay adjustment range	120...400 s en 1,5 x In 15 s en 6 x Ir
Short-time protection pick-up adjustment type Isd	Fijo
[Isd] Short-time protection pick-up adjustment range	800 A
Short-time protection delay adjustment type tsd	Fijo
Protección contra fugas a tierra	Sin
Neutral protection settings	1 x Ir (4t)
Number of slots for electrical auxiliaries	5 ranura(s)
Width (W)	140 mm
Height (H)	161 mm
Depth (D)	86 mm
Peso del producto	2.4 kg

Entorno

Normas	EN/IEC 60947
Certificaciones de producto	CCC EAC Marine
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección frente a descargas eléctricas	Clase II
Grado de contaminación	3 conforming to IEC 60664-1
Grado de protección IP	IP40 conforming to IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 conforming to IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C

Ficha técnica del producto

Características

LV430350

circuit breaker VigiComPact NSX160B, 25 kA at 415 VAC, TM-D trip unit 160 A, add-on Vigi MH module, 4P 3d



Principal

Gama	Compact
Nombre del producto	Compact NSX
Gama de producto	ComPact NSX100...250
Nombre corto del dispositivo	VigiCompact NSX160B
Tipo de producto o componente	Circuit breaker with Vigi add-on
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	3t
Posición de neutro	Izquierda
Corriente nominal (In)	160 A at 40 °C
[Ue] tensión asignada de empleo	440 V AC 50/60 Hz
Tipo de red	CA
Frecuencia de red	50/60 Hz
Apto para seccionamiento	Yes conforming to EN/IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	15 kA Icu at 500 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 20 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA Icu en 380/415 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 40 kA Icu en 220/240 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
Performance level	B 25 kA 415 V AC
Unidad de control	TM-D
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Funciones de protección de unidad de control	LI
Tipo de control	Maneta
Circuit breaker mounting mode	Fijo

Complementario

[U] tensión asignada de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	20 kA at 440 V AC 50/60 Hz conforming to IEC 60947-2 25 kA en 380/415 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 40 kA en 220/240 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2 15 kA en 500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
Endurancia mecánica	40000 ciclos
Durabilidad eléctrica	7500 cycles at 690 V In 15000 cycles at 690 V In/2 20000 cycles at 440 V In 40000 cycles at 440 V In/2
Tipo de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
Paso interpolar	35 mm
Tipo de protección	L : for overload protection (thermal) I : for short-circuit protection (magnetic)
Calibre de la unidad de disparo	160 A at 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	Ajustable
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	0,7...1 x In
Long-time protection delay adjustment type tr	Fijo
[Tr] long-time protection delay adjustment range	120...400 s en 1,5 x In 15 s en 6 x Ir
Short-time protection pick-up adjustment type Isd	Fijo
[Isd] Short-time protection pick-up adjustment range	1250 A
Short-time protection delay adjustment type tsd	Fijo
Protección contra fugas a tierra	Con
Nombre del módulo añadido de defectos a tierra	MH
Clase de protección contra fugas a tierra	Clase A
Earth-leakage protection sensivity adjustment type IΔn	5 valores ajustables
[IΔn] earth-leakage protection sensivity adjustment range	0.03...10 A
Earth-leakage protection time delay adjustment type Δt	4 valores ajustables
Neutral protection settings	Sin protección - tipo de cable: 3t)
Number of slots for electrical auxiliaries	6 ranura(s)
Width (W)	140 mm
Height (H)	236 mm
Depth (D)	86 mm
Peso del producto	2.6 kg

Entorno

Normas	EN/IEC 60947
Certificaciones de producto	CCC EAC Marine

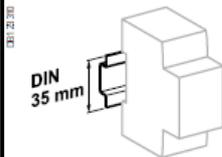
ANEXO 3: FICHA TÉCNICA DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL

Interruptor diferencial ID (clase AC)

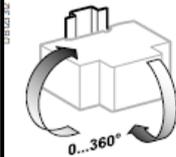
Protección diferencial



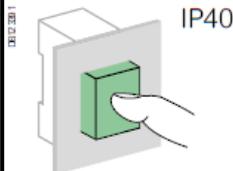
- > Los Interruptores de corriente residual ID ofrecen las siguientes funciones:
 - Protección de personas contra descargas eléctricas por contacto directo (30 mA),
 - Protección de personas contra descargas eléctricas por contacto indirecto (300 mA),
 - Protección de instalaciones contra riesgo de incendios (300 mA).
- > Es independiente de la tensión: la tecnología electromecánica asegura una protección contra corrientes residuales incluso con 0 V.



Se coloca a presión en rieles DIN de 35 mm.



Acepta cualquier posición de instalación.



Datos técnicos

Características principales		
Tensión de aislamiento (Ui)		440 V
Grado de contaminación		2
Tensión nominal soportada ante impulsos (Uimp)		6 kV
Según IEC/EN 61008-1 y IEC/EN 61008-2-1		
Capacidad de ruptura y restablecimiento (Im/IΔm)		10 In
Corriente soportada ante impulsos (8/20 μs) sin disparo		250 A
Corriente nominal condicional de cortocircuito (InclΔc)	Con fusible	10,000 A
Comportamiento en caso de caída de tensión		Asegura protección contra corrientes residuales incluso con 0 V
Características adicionales		
Grado de protección	Dispositivo en caja modular	IP40
Resistencia (O-C)	Eléctrica	2.000 ciclos
	Mecánica	20.000 ciclos
Temperatura de operación		-5°C a +40°C
Temperatura de almacenamiento		-40°C a +60°C
Tropicalización (IEC 60068-1)		Tratamiento 2 (humedad relativa a 95% a 55°C)

Interruptores de corriente residual

	Sensibilidad	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	300 mA Selectivo
2 polos	25 A	A9R10225	A9N15201	-	A9N15202	-
	40 A	-	A9N15204	A9R12240	A9N15206	-
	63 A	-	A9N15208	A9R12263	A9N15210	A9R15263
	80 A	-	A9N15212	-	A9N15214	A9R15280
	100 A	-	-	-	A9R14291	A9R15291
4 polos	Sensibilidad	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	300 mA Selectivo
	25 A	-	A9N15251	-	A9N15252	-
	40 A	-	A9N15254	A9R12440	A9N15256	A9R15440
	63 A	-	A9N15258	A9R12463	A9N15260	A9R15463
	80 A	-	A9N15261	-	A9N15263	A9R15480
	100 A	-	A9R11491	A9R12491	A9R14491	A9R15491
	125 A	-	16905	16906	16907	-

ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DEL BUS K7



A New Kind of Bus

The 30' K7 is BYD's top-selling model for universities and corporate campuses, shuttling students and workers in quiet comfort. It performs well in smaller cities, at airports, performing arts venues and parking structures.

BYD's unique iron-phosphate batteries are the safest in the industry, and with a 12-year battery warranty and a nationwide network of service providers, reliability is guaranteed.

Our leasing program offers flexible financing options that are tailored to your organization. With a lower total cost of ownership than diesel or CNG, it has never made more sense to electrify your fleet.



The BYD **K7** 30' TRANSIT

Dimensions

Length	30.7 ft
Width	95.7 in
Height	132.3 in
Wheelbase	195.2 in
Curb Weight	22,487 lbs
Gross Weight	29,762 lbs
Seats	22+1
Wheelchair Positions	2 on street side

Performance

Top Speed	56 mph
Max Gradeability	≥ 17%
Range ¹	Up to 137 miles
Turning Radius	≤ 31 ft
Approach/Departure Angle	≥ 8.6°/≥ 8.6°

Chassis

Front Axle	ZF
Rear Axle	BYD in-wheel drive axle
Suspension	Air suspension with mechanical leveling valves
Brakes	Knorr front/rear brakes, ABS, Regenerative braking
Tires	285/70 R 19.5

Powertrain

Motor Type	AC Synchronous
Max Power	90 kW x 2
Max Torque	550N·m x 2
Battery Type	Iron Phosphate
Battery Capacity ²	180 kWh
Charging Capacity	80 kW
Charging Time ³	3-4 hrs

Notes:

All information based on the latest data available at the time of printing. Final specs subject to change at production.

1. Variables affecting range include air temperature, weather, grade, speed, driver habits and use of air conditioning and heating.
2. Initial battery capacity shown. May decrease with time and use.
3. Battery age and outside ambient temperature affect charging times.



Build Your Dreams[®]



byd.com

ANEXO 5: CARACTERÍSTICAS DEL CARGADOR EVA040KI



Manual do usuário para adaptador de carga BYD

2. Índice técnico

Modelo		EVA040K*XXX#/01	EVA080K*XX	EVA020K*XXX#/01	EVA015K*XXX#/01	EVA007K*XXX#/01
Elétrica	Tensão de entrada nominal (consulte o valor de xxx)	380: 3 ∅ 380Vac 415: 3 ∅ 415Vac	400: 3 ∅ 400Vac 480: 3 ∅ 480Vac	208: 3 ∅ 208Vac	240: monofásico 240Vac	240: single phase 240Vac 220: single phase 220Vac 230: single phase 230Vac
	Corrente de entrada máxima (consulte o valor de xxx)	380/400/415: ≤63A ac 480: ≤48A ac	380/400/415: ≤126A ac 480: ≤96A ac	208: ≤63A ac	240: ≤63A ac	≤32A ac
	Tensão de saída (consulte o valor de xxx)	380: 3 ∅ 380Vac 415: 3 ∅ 415Vac	400: 3 ∅ 400Vac 480: 3 ∅ 480Vac	208: 3 ∅ 208Vac	240: monofásico 240Vac	240: monofásico 240Vac 220: monofásico 220Vac 230: monofásico 230Vac
	Corrente de saída	≤63A ac	≤126A ac	≤63A ac	≤63A ac	≤32A ac
	Potência de entrada máxima	40kVA	80kVA	20kVA	15kVA	7kVA
	Potência de saída máxima	40kVA	80kVA	20kVA	15kVA	7kVA
	Consumo de energia em	≤10w	≤10w	≤10w	≤10w	≤10w
	Frequência de operação (consulte o valor de #)	5: 50Hz 6: 60Hz		6: 60Hz		5: 50Hz 6: 60Hz
Conector de saída (consulte o valor de *)	G: Conector padrão GB 7PIN I / S: conector padrão IEC 62196 7PIN			S: conector padrão 7PIN da IEC 62196		G: Conector padrão GB 7PIN I: conector padrão IEC 62196 7PIN
Propriedade física	Comprimento (mm)	400	400	400	400	400
	Largura (mm)	200	200	200	200	200
	Altura (mm)	690	690	690	690	690
	Peso líquido	28kg	30kg	28kg	28kg	28kg
	Comprimento do cabo de carregamento	3m	3m	3m	3m	3m

ANEXO 6: CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR N2XOH

Cables Sintox (cero halógenos)

Cables de alta seguridad en lugares con una alta concurrencia de personas.



SINTOX N2XOH 0,6/1 kV 90°C - UNIPOLAR

CENTELSA SINTOX N2XOH Cu 90°C 0.6/1 kV XLPE/PE



Descripción:

Cable unipolar de cobre suave, aislado con polietileno reticulado (XLPE) con cubierta en poliolefina termoplástica libre de halógenos, la cual posee excelentes características de comportamiento frente al fuego.

1. Conductor: Conductor de cobre suave cableado clase 2 (hasta 120 mm²) y flexible clase 5 (desde 120 mm² hasta 300 mm²).

2. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE.

3. Cubierta: Cubierta individual de compuesto termoplástico libre de halógenos, baja emisión de humos tóxicos, retardante a la llama.

Tensión de operación: 0,6/1 kV.

Temperatura de Operación: 90°C.

En condiciones de emergencia: 130°C.

Instalación: En tubería, ductos, bandejas portacables e inclusive directamente enterrado.

En condiciones de cortocircuito: 250°C.

Rango de Calibre: Desde 2,5 mm² hasta 500 mm².

Aplicaciones: Indicados como cables de alta seguridad en lugares con una alta concurrencia de personas, permite ampliar el tiempo disponible para una posible evacuación en caso de incendio. No emite gases halógenos, tóxicos, corrosivos y/o humos oscuros.

Norma de Fabricación:

NTP-IEC 60228 / CONDUCTORES PARA CABLES AISLADOS.

NTP-IEC 60502-1 / CABLES PARA TENSIONES NOMINALES DE 1 kV (UM = 1,2 kV) Y 3 kV (UM = 3,6 kV).

Características Especiales:

NTP-IEC 60332-1-2 / NO PROPAGA LA LLAMA.

NTP-IEC 60332-3-24 Categoría C / NO PROPAGADOR DE INCENDIO.

IEC 60754-1-2 / NO GENERA HUMOS OSCUROS NI GASES TÓXICOS.

IEC 61034-2 / NO PRODUCE HUMOS DENSOS.

IEC 60684-2 / NO CONTIENE ELEMENTOS HALÓGENOS.

Colores:



1. CAPACIDAD DE CORRIENTE

SINTOX N2X0H 90° C 0,6/1 kV						
Sección Nominal del Conductor	Enterrado Directo		En Conductos		Al Aire	
	Tripolar	3 Cables Unipolares	Tripolar	3 Cables Unipolares	Tripolar	3 Cables Unipolares
						
mm ²	A	A	A	A	A	A
2,5	40	50	34	43	28	35
4	52	65	44	55	45	55
6	64	85	55	68	55	65
10	85	115	72	95	75	90
16	110	155	93	125	95	125
25	145	200	125	160	130	160
35	175	240	150	195	160	200
50	205	280	175	230	195	240
70	255	345	220	275	250	305
95	305	415	260	330	305	375
120	345	470	295	380	355	435
150	390	520	335	410	410	510
185	440	590	380	450	470	575
240	510	690	440	525	550	690
300	580	775	510	600	640	790
400	673	895	577	680	776	955

Condiciones de cálculo:
 -Temperatura máxima del conductor: 90°C.
 -Temperatura ambiente: 30°C.
 -Temperatura del terreno: 20°C.
 -Profundidad de tendido: 0,7 m.
 -Resistividad térmica del terreno: 1 K.m/W.

CONSIDERACIONES DE CÁLCULO EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS

El siguiente boletín técnico, complementa la información de los productos de este catálogo, consideraciones de cálculo en las instalaciones eléctricas, factores de corrección, parámetros característicos, valores de reactancias, capacidades de corriente, conductores de tierra, corrientes de cortocircuito, radios de curvatura y secciones equivalentes.

Para cualquier duda, consulta o asesoramiento favor solicítelo con nuestra área técnica.
A los números: (511) 243 6161 / 2436163 o correo electrónico: ventasperu@centelsa.com.pe

Resistividad

La resistividad eléctrica es una propiedad específica de la materia que mide la dificultad que presenta un medio o material para conducir la corriente eléctrica. Entre mayor sea la resistividad, menor será su capacidad para conducir la corriente eléctrica.

Cobre:

•Resistividad máxima a 20 °C temple suave, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$:	17241
•Resistividad máxima a 20 °C temple duro, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$:	17930
•Conductividad, % IACS:	100
•Densidad a 20 °C, kg/m^3 :	8,89
•Coeficiente de resistencia por temperatura a 20°C (α_{20}), por °C:	0,00393

Aluminio Duro 1350:

•Resistividad máxima a 20 °C, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$:	28,264
•Conductividad, % IACS:	61
•Densidad a 20 °C, kg/m^3 :	2,703
•Coeficiente de expansión lineal, por °C:	23×10^{-6}
•Coeficiente de resistencia por Temperatura a 20°C (α_{20}), por °C:	0,00403

Aleación de Aluminio (AAAC 6201):

•Resistividad máxima a 20 °C, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{km}$:	32,840
•Conductividad, % IACS:	52,5
•Densidad a 20°C, kg/m^3 :	2,703
•Coeficiente de expansión lineal, por °C:	23×10^{-6}
•Coeficiente de resistencia por temperatura a 20°C (α_{20}), por °C:	0,0036

Nota: Valores Típicos según Norma Técnica Peruana (NTP).

Es comúnmente utilizado valores de resistencia eléctrica en C.A. a temperatura máxima de operación que se obtienen en tablas del producto para cables de cobre y aluminio, estos se emplean en los cálculos de caída de tensión, pero es importante considerar la temperatura real de los conductores en operación, para así obtener un valor real de la caída de tensión y no tener desviaciones en los resultados.

Observación: Si se consideran los valores de resistencia eléctrica en C.A. a 90 °C o 80 °C (generalmente obtenido en tablas), se están considerando la situación más desfavorable, cuando el cable está operando a máxima carga y temperatura.

ANEXO 7: CUADRO DE CARGAS DE LA UNTELS

INFORME TÉCNICO

Tabla N°2

CALCULO DE LA DEMANDA - UNTELS

DEMANDA ACTUAL	WATTS	KW	KVA	OBSERVACION
GIMNASIO 1° PISO	4823.60	4.82	5.67	Existente
CAFETERIA	3758.00	3.76	4.42	Existente
PABELLON A	32223.00	32.22	37.91	Existente
PABELLON B	57048.60	57.05	67.12	Existente
PABELLON C	32377.00	32.38	38.09	Existente
BIBLIOTECA	10188.00	10.19	11.99	Existente
ADMISIÓN	36694.00	36.69	43.17	Existente
AUDITORIO	10099.20	10.10	11.88	Existente
RECTORADO	26648.00	26.65	31.35	Existente
CENTRO PRE UNIVERSITARIO	3232.00	3.23	3.80	Existente
GARITA DE INGRESO	1756.00	1.76	2.07	Existente
BOMBAS	4710.00	4.71	5.54	Existente
<i>Sub Total 01</i>	223557.40	223.56	263.01	
DEMANDA FUTURA				
RECTORADO PROYECTADO	89555.20	89.56	105.36	Proyectado
ZONA DEPORTIVA Y RECREATIVA	600.00	0.60	0.71	Proyectado
NUEVO COMEDOR	41625.00	41.63	48.97	Proyectado
ILUMINACION PERIMETRAL	6594.00	6.59	7.76	Proyectado
ILUMINACION LED INTERIOR	1800.00	1.80	2.12	Proyectado
<i>Sub total 02</i>	140174.20	140.17	164.91	
SUB TOTAL 01 + 02	363731.60	363.73	427.92	
Reserva 25 %	90932.90	90.93	106.98	
Demanda Total	454664.50	454.66	534.90	

[Firma]

ANEXO 8: DATOS DEL TRANSFORMADOR DE 400 KVA

	ELECVOLT PERU S.A.C.	Transformadores secos trifásicos y monofásicos, de aislamiento con factor K Autotransformadores de arranque de motores Transformadores de medida y/o protección en resina y de control Transformadores mixtos (TIM) hasta 36KV Transformadores de distribución en aceite hasta 36KV Celdas-Subestaciones y tableros de control y fuerza Fuentes estabilizadas, UPS, estabilizadores ferresonantes y sólidos Sistemas de pozo a tierra Redes y Sistemas
MANTENIMIENTO		
<ol style="list-style-type: none">1. Realizar los mantenimientos permanentes una vez puesta en servicio, verificando el nivel de aceite por lo menos cada 6 meses, el cable a tierra debe estar rígidamente puesto a tierra.2. Mantener limpio los bornes de conexiones y el tanque metálico.3. Revisar periódicamente la pintura del tanque.4. Medición del pozo a tierra.		
ESPECIFICACIONES TECNICAS		
TRANSFORMADOR TRIFASICO:		
MODELO	TTON	
POTENCIA	400KVA	
FASES	3	
TENSION DE ENTRADA	22.9KV	
REGULACION	+/-2X2.5%	
TENSION DE ENTRADA	10KV	
REGULACION	+/-2X3.3%	
TENSION DE SALIDA	230V-133V	
BORNES EN AT	3	
BORNES EN BT	6	
GRUPO DE CONEXION	Dyn5-YNyn6	
FRECUENCIA	60Hz	
CLASE AISLAMIENTO	Ac	
%Vcc	4.8%	
NIVEL DE AISLAM. B.T.	0.72/3KV BIL	
NIVEL AISLAM. A.T.	24/50/150KV BIL	
TIPO DE MONTAJE	EXTERIOR	
ALTITUD	1000 m.s.n.m.	
EFICIENCIA	96%	
REFRIGERACION	ONAN	
SERVICIO	CONTINUO	
CONDIC. DE OPERACION	5-40°C	
HUMEDAD RELATIVA	HASTA 95%	
PÉSO TOTAL	1650Kg	

CALLE LOS FORESTALES MZ. G LT 4 PARCELA 1 PARQUE INDUSTRIAL VILLA EL SALVADOR, ESPALDA SEDAPAL CENTRAL
Website: www.elecvoltperu.com, Email: ventas@elecvoltperu.com
Telefax.: 291-0685 Néxel: 813*3083

ANEXO 9: MÁXIMO DE CONDUCTORES PERMITIDOS POR DUCTO

CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – UTILIZACIÓN
TABLAS

Tablas - Pág. 27 de 82

Tabla 6 (Continuación)
(Ver Regla 070-1014 (5))
Máximo número de conductores de una dimensión en tuberías pesadas o livianas
Para conductor Tipo XHHW-2, 90 °C

Sección nominal [mm ²]	Dimensión de la tubería pesada o liviana												
	15 [mm]	20 [mm]	25 [mm]	35 [mm]	40 [mm]	55 [mm]	65 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	105 [mm]	115 [mm]	130 [mm]	155 [mm]
2,5	4	7	11	20	28	46	66	102	136	175	200	200	200
4	3	6	9	17	23	38	54	84	113	145	182	200	200
6	2	4	8	13	18	30	44	68	91	117	147	184	200
10	1	2	4	8	11	18	26	40	53	69	87	109	157
16	1	1	3	6	8	14	20	31	42	55	68	86	124
25	1	1	2	5	6	11	15	24	32	42	52	66	95
35	1	1	1	3	5	8	11	18	24	31	39	49	72
50	1	1	1	2	3	6	9	13	18	23	29	37	54
70	1	1	1	1	2	4	6	10	13	17	21	27	39
95	1	1	1	1	1	3	5	8	11	14	18	23	33
120	1	1	1	1	1	3	4	7	9	12	15	19	28
150	1	1	1	1	1	2	3	6	8	10	12	16	23
185	1	1	1	1	1	1	3	4	6	8	10	12	18
240	1	1	1	1	1	1	2	4	5	7	9	11	16
300	1	1	1	1	1	1	1	3	4	6	7	9	13
400	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	6	10
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	7

Los valores indicados son aproximados y de acuerdo a tolerancia de fabricación según Normas Técnicas Peruanas o Internacionales respectivas.
Se recomienda verificar con información actualizada del fabricante.

ANEXO 10: DATOS DE LUZ DEL SUR

DPMC. 1544044
Exp. 322018-MT

Observaciones:

- La atención del presente presupuesto se realizará en 54 días contados a partir de la fecha de cancelación del presente presupuesto y del cumplimiento de los requisitos establecidos en la 'Norma de Procedimientos para la elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución', R.D. N° 018-2002-EM/DGE.
- Le informamos que los trabajos correspondientes al presente presupuesto se ejecutarán dentro del horario de lunes a viernes de 9 a.m. a 5 p.m.
- Se considera como punto de alimentación el PMI existente N°01155M que alimenta el suministro N°1519464.
- El cliente deberá considerar el diseño de su Sistema de Utilización el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad indicadas en el Código Nacional de electricidad 2011 - Suministro.
- Cualquier posterior solicitud de aumento de la carga, sobre la actualmente considerada, podrá con llevar un cambio del punto y/o nivel de tensión de diseño, para lo cual se evaluará la situación de las redes existentes.
- Para las ampliaciones y/o reformas de su sistema de utilización, deberán cumplir con lo estipulado en la "Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución" R.D. N° 018-2002-EM/DGE. Para lo cual deberá considerar las siguientes condiciones técnicas.

- Potencia de cortocircuito:	100 MVA - 10 kV / 200 MVA - 22.9 kV
- Tiempo de apertura:	0,02 segundos
- Para realizar el retiro e instalación del transformador combinado de tensión y corriente / efectuar el aumento de carga solicitado, es necesario que soliciten un corte de energía en el suministro N° 1519464, el cual deberá ser coordinado oportunamente, y formalizado mediante carta.
- Asimismo es nuestro deber recordarle el Art. 90 Inc. b) de la Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N°25844, en el sentido que "si el cliente consume energía eléctrica sin contar con la previa autorización de la empresa, o cuando se vulneren las condiciones de otorgamiento del suministro, los concesionarios podrán efectuar el corte inmediato del servicio, sin necesidad de aviso previo al usuario ni intervención de las autoridades competentes.
- **"La cancelación del presente presupuesto y su atención, está supeditada al pago de deudas pendientes derivadas de la prestación del servicio al predio en mención u otro ubicado en la zona de concesión atendida por el concesionario, de acuerdo a lo establecido en el Art. 164° del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas".**
- En caso el cliente realice el cambio de cable de media tensión particular desde su punto de conexión, deberá solicitar el presupuesto complementario por el corte y reconexión del suministro, prueba de cables y otros relacionado.