



**ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE INCENTIVOS PARA  
IMPLEMENTAR BUSES ELÉCTRICOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO  
DE LIMA: VIABILIDAD NORMATIVA Y ECONÓMICA DESDE EL  
SECTOR PRIVADO Y PÚBLICO**

**Tesis presentada para cumplir con uno de los requisitos para la obtención del  
grado académico de Magister en Finanzas por:**

Duwal Telesforo Bellido Chipana .....

Gustavo De La Cruz Jo .....

Jhon Alexander Hidalgo Cajachagua .....

Luis Alberto Ore Salvatierra .....

Luis Alberto Taype Enciso .....

**Programa de la Maestría en Finanzas**

**Lima, 06 de setiembre de 2018**

Esta tesis

**“Análisis de la propuesta de incentivos para implementar buses eléctricos en el transporte público de Lima: Viabilidad normativa y económica desde el sector privado y público”**

Ha sido aprobada.

.....  
Enrique Santa Cruz Casasola (Jurado)

.....  
Fidel Edgard Amésquita Cubillas (Jurado)

.....  
Alfredo Mendiola Cabrera (Asesor)

.....  
Carlos Antonio Aguirre Gamarra (Asesor)

**Universidad ESAN**

**2018**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	iii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xxi
<b>1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.3. Alcances y limitaciones .....	3
<b>2. CAPÍTULO II. MARCO METODOLOGICO.....</b>	<b>5</b>
2.1. Modalidad de Investigación.....	5
2.2. Estructura General .....	5
2.3. Fuentes de Información .....	6
2.3.1 <i>Fuentes primarias</i> .....	6
2.3.2 <i>Fuentes secundarias</i> .....	7
2.4. Herramientas utilizadas .....	8
2.4.1 <i>Benchmarking</i> .....	8
2.4.2 <i>Factores Críticos de Éxito (FCE)</i> .....	9
2.4.3 <i>Método de Valorización de Externalidades</i> .....	10
2.4.3.1 <i>Método costo de mortalidad</i> .....	11
2.4.3.2 <i>Método de costo de morbilidad</i> .....	11
2.5. Aplicación a la Investigación .....	12
<b>3. CAPÍTULO III. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>14</b>
3.1. Transporte público urbano.....	14
3.1.1 <i>Definición del transporte público urbano</i> .....	14
3.1.2 <i>Modalidades del transporte público urbano</i> .....	15
3.2. Buses.....	15
3.2.1 <i>Tipos de Buses</i> .....	16
3.2.2 <i>Características Comparativas Según Tipo de Buses</i> .....	21
3.2.3 <i>Ventajas y Desventajas</i> .....	22
3.3. Sistema Integrado de Transporte Público.....	23
3.3.1 <i>Definición</i> .....	23
3.3.2 <i>Componentes del Sistema Integrado de Transporte</i> .....	23
3.3.3 <i>Ventajas y Desventajas de un SIT</i> .....	25
3.4. Externalidades .....	26
3.4.1 <i>Definición de externalidades</i> .....	26
3.4.2 <i>Externalidades negativas en el transporte público</i> .....	27
3.4.3 <i>Mediciones</i> .....	27
3.4.4 <i>Consecuencias</i> .....	29
3.5. Fallas de Mercado.....	30
3.6. Acuerdos Internacionales .....	32

<b>4.</b>	<b>CAPITULO IV. MARCO CONTEXTUAL.....</b>	<b>34</b>
4.1.	Situación actual del mercado de transporte público de Lima.....	34
4.2.	Entidades Gubernamentales y Reguladores del transporte público de Lima .....	39
4.3.	Marco Normativo y Tributario del transporte urbano .....	39
	4.3.1. Aspectos normativos.....	40
	4.3.2. Aspectos tributarios.....	41
4.4.	Externalidades en el sistema de transporte urbano .....	43
	4.4.1 Accidentes de tránsito .....	43
	4.4.2 Congestión vehicular.....	45
	4.4.3 Contaminación ambiental y sonora .....	47
	4.4.4 Fallas de Mercado .....	52
4.5.	Acuerdos Internacionales .....	52
4.6.	La Matriz Energética del Perú .....	53
4.7.	Implementación de buses eléctricos en el transporte público de Lima .....	56
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO VI. ANÁLISIS COMPARATIVO.....</b>	<b>58</b>
5.1.	Buses eléctricos en el transporte urbano – Internacional .....	58
5.2.	Buses eléctricos en el transporte urbano – Noruega.....	62
	5.2.1 Marco Regulatorio .....	62
	5.2.2 Incentivos Gubernamentales .....	64
	5.2.3 Implementación de Buses Eléctricos .....	65
5.3.	Buses eléctricos en el transporte público urbano – China.....	67
	5.3.1 Marco Regulatorio .....	68
	5.3.2 Incentivos Gubernamentales .....	69
	5.3.3 Implementación de Buses .....	70
5.4.	Buses eléctricos en el transporte público urbano – Chile.....	72
	5.4.1 Marco Regulatorio .....	73
	5.4.2 Incentivos gubernamentales .....	75
	5.4.3 Implementación de Buses Eléctricos .....	77
5.5.	Buses eléctricos en el transporte público urbano – Brasil .....	79
	5.5.1 Marco Regulatorio .....	80
	5.5.2 Incentivos Gubernamentales .....	80
	5.5.3 Implementación de Buses .....	81
5.6.	Buses eléctricos en el transporte público urbano – Colombia.....	82
	5.6.1 Marco Regulador .....	83
	5.6.2 Incentivos gubernamentales .....	84
	5.6.3 Implementación de buses .....	84
5.7.	Factores Críticos de Éxito de buses eléctricos en el transporte público.....	88
<b>6.</b>	<b>CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE ENTREVISTAS A EXPERTOS .....</b>	<b>95</b>
6.1.	Análisis de las entrevistas.....	95
6.2.	Matriz de conclusiones relacionadas a los FCE propuestos.....	100
<b>7.</b>	<b>CAPÍTULO VII. RACIONALIDAD ECONÓMICA DE LOS INCENTIVOS Y PROPUESTAS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>103</b>
7.1.	Racionalidad económica de los incentivos propuestos .....	103
7.2.	Propuestas.....	104

7.2.1	Propuestas normativas técnicas de homologación.....	105
7.2.2	Propuestas Tributarias .....	106
7.2.3	Propuestas de financiamiento .....	107
7.2.3.1	<i>Para la adquisición de buses eléctricos</i> .....	107
7.2.3.2	<i>Propuesta programa de chatarreo</i> .....	110
7.3	Propuesta Financiera.....	113
7.3.1	Análisis financiero sin incentivos .....	113
7.3.2	Análisis Financiero con incentivos .....	118
7.3.3	Análisis de sensibilidad.....	121
<b>8.</b>	<b>CAPITULO VIII. VALORIZACIÓN DE EXTERNALIDADES.....</b>	<b>128</b>
8.1.	Métodos para Calculo de la Mortalidad .....	128
8.2.	Cálculo de la Morbilidad .....	131
<b>9.</b>	<b>CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>137</b>
9.1	Conclusiones .....	137
9.2	Recomendaciones .....	140
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>142</b>
	Anexo I: Sistema Integrado Transporte de Lima .....	142
	Anexo II: Acuerdos Internacionales .....	147
	Anexo III: Estructura del Fideicomiso.....	151
	Anexo IV: Fuentes de financiamiento internacional .....	153
	Anexo V: Supuestos de la propuesta financiera sin incentivos .....	154
	Anexo VI: Supuestos de la propuesta financiera con incentivos .....	163
	Anexo VII: Supuestos para el análisis de sensibilidad .....	167
	Anexo VIII: Entrevistas a Expertos .....	169
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>199</b>

## Índice de Tablas

Tabla 2.1 Estructura del trabajo de investigación	5
Tabla 2.2 Expertos a entrevistar	7
Tabla 2.3 Fuentes Secundarias	8
Tabla 2.4 Metodología de Investigación	12
Tabla 2.5 Ejemplo FCE propuestos	13
Tabla 3.1 Modalidades del transporte público urbano	15
Tabla 3.2 Tipo de Buses	16
Tabla 3.3 Norma Euro aplicable a buses diésel	20
Tabla 3.4 Evolución de Normativa EURO	20
Tabla 3.5 Características de los buses Diésel, Gas y Eléctricos	21
Tabla 3.6 Ventajas y desventajas de los vehículos Diésel, Gas y Eléctricos	22
Tabla 3.7 Ventajas y desventajas de un Sistema Integrado de Transporte	25
Tabla 3.8 Consecuencias de las externalidades	29
Tabla 4.1 Subsistema de transporte de Lima y Callao	38
Tabla 4.2 Entidades	39
Tabla 4.3 Normatividad Específica	40
Tabla 4.4 Normatividad Complementaria	40
Tabla 4.5 Contaminación anual de CO <sub>2</sub> (Giga gramos)	51
Tabla 4.6 Acuerdos Internacionales sobre el Medio Ambiente	53
Tabla 4.7 Matriz Energética en el SEIN en GWh (2014-2016)	55
Tabla 5.1 Principales Iniciativas a nivel internacional	59
Tabla 5.2 Incentivos Gubernamentales en Noruega	64
Tabla 5.3 Políticas gubernamentales de vehículos de nueva energía de China	68
Tabla 5.4 Análisis Comparativo: Implementación de buses eléctricos	86
Tabla 5.5 Factores Críticos de Éxito en la implementación de buses eléctricos	89
Tabla 6.1 Matriz de conclusiones relacionadas a los FCE propuestos	100
Tabla 7.1 Propuestas de la Investigación	104
Tabla 7.2 Flujo de caja económico: Bus eléctrico	114
Tabla 7.3 Flujo de caja económico: Bus GNV	114
Tabla 7.4 Flujo de caja financiero: Bus Eléctrico	116
Tabla 7.5 Flujo de caja financiero: Bus GNV	116
Tabla 7.6 Flujo de caja económico con incentivos: Bus Eléctrico	118

Tabla 7.7 Flujo de caja económico: Bus GNV	119
Tabla 7.8 Subsidio por la compra del bus eléctrico (35.76%)	120
Tabla 7.9 Flujo de caja financiero con incentivos: Bus Eléctrico	120
Tabla 7.10 Flujo de caja financiero con incentivos: Bus GNV	120
Tabla 7.11 Precios históricos de Electricidad y GNV	121
Tabla 7.12 Distribución Laplace	124
Tabla 7.13 Proyección de Costos Operativos	125
Tabla 7.14 Flujo de caja financiero Modelado del Bus Eléctrico	126
Tabla 7.15 Flujo de caja financiero Modelado del Bus GNV	126
Tabla 8.1 Cálculo del valor presente de los flujos de ingresos	130
Tabla 8.2 Costo de morbilidad por persona para el año 2013	131
Tabla 8.3 Tasa de inflación 2000-2017	132
Tabla 8.4 Costo de morbilidad por persona hasta 2018	132
Tabla 8.5 Costo de morbilidad por persona del sector vehicular 2018	134
Tabla 8.6 Población Lima Metropolitana hasta 2028	134
Tabla 8.7 Ahorro Anual de Morbilidad	135
Tabla 8.8 Valor Presente de los ahorros de Morbilidad	135

## Índice de Figuras

Figura 2.1 Principales causas de morbilidad	12
Figura 3.1 Funcionamiento del sistema eléctrico	17
Figura 3.2 Tecnología del bus eléctrico	18
Figura 3.3 Funcionamiento de un Bus Híbrido	19
Figura 3.4 Funcionamiento de un Bus Híbrido enchufable	19
Figura 3.5 Sistema Integrado de Transporte Público	25
Figura 3.6 Externalidades	26
Figura 3.7 Medida de Tasa de crecimiento de accidentes de tránsito	27
Figura 3.8 Métodos para medición de la contaminación ambiental	29
Figura 3.9 Frontera de Posibilidades de Producción	30
Figura 3.10 Fallas de Mercado	31
Figura 4.1 Buses del Metropolitano	36
Figura 4.2 Tren Eléctrico en Lima	36
Figura 4.3 Apéndice IV de la Ley del IGV e ISC	42
Figura 4.4 Arancel de Aduanas 2017 (DS N°342-2016-EF)	43
Figura 4.5 Accidentes de tránsito Lima metropolitana y Callao	44
Figura 4.6 Causas de accidentes de tránsito	44
Figura 4.7 Gasto promedio semanal en transporte en Lima	45
Figura 4.8 Impacto del Trafico de Lima en la salud	46
Figura 4.9 Cinco acciones que provocan el caos vehicular	47
Figura 4.10 Evolución de la matriz energética en el Perú	54
Figura 4.11 Producción de electricidad por fuente en GWh (2014-2016)	55
Figura 4.12 Producción de electricidad por fuente en % (2016)	56
Figura 5.1 Bus Eléctrico modelo Urbino 12	65
Figura 5.2 Buses Articulado BYD	66
Figura 5.3 Flote de buses eléctricos en Shenzhen	71
Figura 5.4 Evolución de venta y stock de buses eléctricos en China	72
Figura 5.5 Entidades involucradas en la estrategia de electro-movilidad de Chile	75
Figura 5.6 Bus eléctrico Transantiago	78
Figura 5.7 Buses Eléctricos en Brasil	81
Figura 5.8 Bus eléctrico articulado Transmilenio	86

Figura 7.1 Esquema de Financiamiento de buses eléctricos	110
Figura 7.2 Certificado de Chatarreo	112
Figura 7.3 Proceso de Chatarreo	112
Figura 7.4 Tendencia del flujo económico de buses	115
Figura 7.5 Tendencia del Flujo financiero de buses	117
Figura 7.6 Regresión Lineal	123
Figura 7.7 Distribución LaPlace – Precio Histórico del GNV	124
Figura 7.8 Distribución LaPlace - precio historico de la electricidad	124
Figura 7.9 Proyección de precios	125
Figura 7.10 Distribución Normal +/- 10%	126
Figura 7.11 VAN Diferencial Modelado	127
Figura 8.1 Promedio de esperanza de vida Perú	129
Figura 8.2 Ingreso Promedio mensual según sexo trimestre móvil	130
Figura 8.3 Participación del sector en la contaminación del aire	133

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**CPGNV:** Cámara Peruana del Gas Natural Vehicular, institución encargada de promover el consumo del gas natural vehicular e integrar a empresas relacionadas con el gas.

**CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe, institución perteneciente a la ONU, que busca el desarrollo social y económico de países de la región basándose en la investigación económica.

**ASOTRANS:** Asociación Nacional de Transportes (Colombia), gremio de empresas colombianas dedicadas al transporte terrestre de pasajeros que busca promover el desarrollo y crecimiento del sector.

**JICA:** Agencia japonesa de cooperación internacional, institución japonesa que busca el desarrollo social y económico de países en desarrollo promoviendo la cooperación internacional.

**MINAM:** Ministerio del Ambiente del Perú, ente encargado de crear, ejecutar y regular la política ambiental del país.

**SUTRAN:** Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, entidad encargada de supervisar y regular el cumplimiento de la normativa del tránsito terrestre.

**ELECTROLINERAS:** definición usada para las estaciones de carga de los vehículos eléctricos.

**OEFA:** Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, institución perteneciente al ministerio del Medio Ambiente la cual está encargada de la fiscalización ambiental.

**AATE:** Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico, entidad encargada de la administración del tren eléctrico.

**MINEM:** Ministerio de Energía y Minas, entidad encargada del sector energético y minero del país.

**SIT:** Sistema Integrado de Transporte.

**MOTORED - IVECO:** Empresa automotriz que representa varias marcas de buses, la cual pertenece al grupo Ferreycorp antes Ferreyros.

**FCE:** nomenclatura que representa los factores críticos de éxito, lo cual son los aspectos claves que asegurarán el éxito de un proyecto, organización o emprendimiento social.

**ECH:** Enfoque de Capital Humano, método para calcular una externalidad, la cual relaciona el ingreso que deja de percibir una persona por el fallecimiento prematuro a causa de dicha externalidad.

**PM 2,5:** Nomenclatura que representa las partículas en suspensión de 2,5 micras la cual es usada para el nivel de contaminación urbana.

**Nm:** Newton metro, es la unidad de medida para el torque de una maquinaria.

**Ppm:** nomenclatura que representa las partículas por millón.

**KWH:** Kilowatts hora, es la unidad de medida del consumo de energía por hora, quiere decir el equivalente de un kW durante 1 hora.

**KW:** Kilowatts, es la unidad de medida que representa la potencia absorbida.

**GWh:** Gigavatio-hora, unidad de medida de energía eléctrica.

**HZ:** Hercios, es la nomenclatura de la unidad de frecuencia o repetición de un suceso como las ondas y olas.

**dB:** decibel, símbolo de la unidad que relaciona la presión sonora y la presión eléctrica.

**VOLTIOS:** es la unidad de medida de la tensión de un circuito eléctrico.

**POTENCIA CONTRATADA:** Es la cantidad de KW (potencia) estipulado o suscrito en un contrato entre el concesionario y el cliente o usuario.

**SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN:** es el nivel de tensión que oscila en 220 voltios en un suministro.

**SUMINISTRO DE ALTA TENSIÓN:** Nivel de tensión que oscila en 2,3 kV, 10 kV o 22,9 kV en un suministro, en este caso se requiere invertir en una subestación para transformarla a baja tensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y a mi esposa por darme el apoyo incondicional y comprensión en todo momento, que con su ejemplo de perseverancia y buenos valores se puede alcanzar grande metas en la vida. A mis hijas por ser mi mayor motivo de superación y fortaleza para culminar con éxito la maestría.

Duwal Bellido

A mi abuela, por su ejemplo de vida y amor. A mis padres, por enseñarme que con amor, apoyo y comprensión puedo lograr todos mis sueños. Todo se lo debo a ustedes.

Jhon Hidalgo

En primer lugar, a Dios por darme un día más de vida y con su guía seguir el camino de la verdad, a mis padres por enseñarme a ser una persona perseverante, responsable e inculcarme los valores que hoy son parte de mi persona y a mi esposa e hija, que son el motivo principal para lograr mis objetivos.

Luis Taype

Primero a Dios por guiar mis pasos para seguir creciendo como persona y como profesional. A mi familia por el apoyo incondicional y constante para lograr mis metas. A los profesores que me brindaron su sabiduría para ser un profesional competente. A mis compañeros de clase con los que compartí momentos de trabajo en equipo.

Luis Ore

## CURRICULUM VITAE

### DUWAL TELÉSFORO BELLIDO CHIPANA

Magíster en Finanzas de ESAN. Titulado en Contabilidad de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Experiencia y sólidos conocimientos en las áreas de contabilidad, costos, tributación y finanzas. Conocimientos de inglés e informática.

#### FORMACIÓN

2015 - 2017 Escuela de **Administración de Negocios para Graduados – ESAN**

Maestro en Finanzas.

2002 - 2006 Universidad **Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM**

Titulado en Contabilidad.

#### EXPERIENCIA

Jun. 2018 – **ASESORÍA COMERCIAL S.A.** Empresa comercializadora de Actualidad combustibles líquidos, GNV y GLP.

**Contador General.** Supervisar el tratamiento de la información contable y reportes de gestión económica al directorio.

Sep. 2016 – **B.BRAUN MEDICAL DEL PERÚ S.A.** Empresa comercializadora de Jun. 2018 productos farmacéuticos e instrumentos médicos.

**Contador Tributario.** Responsable de la elaboración y revisión de las obligaciones tributarias, EEFF, reportes a la matriz en Alemania.

Jun. 2007 – **INVERSIONES SAN GABRIEL S.A.** Empresa industrial de productos Jul. 2016 plásticos descartables.

**Contador General.** Supervisar las operaciones de tesorería, coordinador de operaciones de financiamiento con instituciones financieras, EEFF, procesos de costos industriales.

Jun. 2005 – **UNIVERSAL MUSICA PERÚ S.A.** Empresa comercializadora de Mar. 2007 productos fonográficos y derechos de autor.

**Asistente contable.** Liquidar impuestos, tesorería, asistencia al GAF.

## **LUIS ALBERTO ORE SALVATIERRA**

Magíster en Finanzas por ESAN. Titulado en Contabilidad de la UNAC. Experiencia en planeamiento financiero y de gestión, contabilidad y costos. Conocimientos de inglés y dominio de las herramientas office y sistemas contables ERP. Aspiración de desarrollo profesional en las áreas de Administración, Finanzas y Contabilidad.

### **FORMACIÓN**

2015 - 2017 **Escuela de Administración de Negocios para Graduados – ESAN**

Maestro en Finanzas.

1997 - 2001 **Universidad Nacional del Callao – UNAC**

Titulado en Contabilidad.

### **EXPERIENCIA**

2013 – **CREDISCOTIA FINANCIERA S.A.** Empresa financiera del Actualidad grupo Scotiabank, con ingresos por US\$ 1500 millones para el 2017.

**Analista de Presupuesto y Control de Gestión.** Responsable de la elaboración y control del Presupuesto Anual de gastos operativos de las Gerencias de Negocios.

2009 – 2012 **ELECTROANDINA INDUSTRIAL SAC.** Empresa industrial dedicada a la fabricación de electrodomésticos de la marca Indurama, con ingresos por US\$ 120 millones para el 2012.

**Analista de Planeamiento Financiero y de Gestión.** Responsable de la consolidación y análisis de la información financiera y proyecciones, implementación y ejecución de proyectos de inversión considerando impactos contables y tributarios.

2008 – 2009 **SODIMAC PERU S.A.** Venta retail de artículos de ferretería y del hogar con ingresos de US\$ 250 millones para el 2009.

**Analista de Costos e Inventarios.** Responsable del control de inventarios y de costos en todas las tiendas a nivel nacional, valorización y distribución de las importaciones.

## **GUSTAVO DE LA CRUZ JO**

Profesional de la carrera de Economía; Con Post Grado en Finanzas, experiencia de 8 años en empresas corporativas de primer nivel; actualmente culminando una Maestría en Finanzas - ESAN. Facilidad para el análisis financiero, marketing y administración; dinámico, proactivo, responsable.

### **FORMACIÓN**

#### **POSGRADO**

- **MAESTRÍA EN FINANZAS**

Universidad ESAN

Área de estudio: Finanzas

Sep 2015 - Mar 2018

- **POST GRADO - ESPECIALIZACION EN FINANZAS**

Universidad Nacional Agraria La Molina

Área de estudio: Finanzas

May 2011 - Jul 2012

#### **EDUCACION SUPERIOR**

- **ECONOMISTA**

Universidad Nacional Agraria La Molina

Área de estudio: Economía

Mar 2004 - Jul 2010

### **EXPERIENCIA**

#### **Komax Perú S.A.C.**

Empresa de Retail que representa grandes marcas en Chile y Perú: Polo Ralph Lauren, Banana Republic, GAP, The North Face, Kipling, Roxy, Quiksilver, DC Shoes, Brooks Brothers, UGG y Timberland.

#### **Jefe de Finanzas**

May 2017 - Al presente

-Elaboración del directorio a nivel de ebitda de las diferentes marcas y canales.

-Análisis de Estados Financieros (margen, contribución, ros, gav y ratios)

-Planificar, controlar la gestión de Cobranzas, Tesorería y Créditos.

### **Truck Professional Business**

Empresa dedicada a ejecutar, proveer y promover soluciones en los diferentes sectores de desarrollo como la construcción, minería y agricultura; a través de reconocidas líneas de productos que representa en el Perú.

### **Jefe de Administración y Finanzas**

Ene 2016 - May 2017

- Planificar, controlar la gestión de Cobranzas, Tesorería y Créditos.
- Administrar y Controlar los fondos de la institución.
- Coordinación y seguimiento del presupuesto general de la compañía.

### **Agroindustrias AIB S.A. (ex Agroindustrias BACKUS)**

Empresa dedica desde 1987 a la elaboración y comercialización de productos alimenticios de alta calidad que se distribuyen en los mercados más exigentes a nivel mundial. Esto convierte a Agroindustrias AIB en una empresa con amplia experiencia y líder del sector agroindustrial. Es así que es nombrada con el premio a la “Excelencia Exportadora”.

### **Supervisor de Finanzas**

Mar 2014 - Dic 2015

- Encargado de Cuentas por Cobrar del Exterior y Locales.
- Supervisión de la elaboración de los flujos de caja y proyectados
- Análisis de Estados Financieros y Elaboración de ratios financieros.
- Control de Pago a proveedores nacionales y del exterior.

### **CURSOS Y CONFERENCIAS**

- **Universidad La Salle – España**  
Programa en innovación y emprendimiento
- **Banco Central de Reserva Del Perú**  
Programa de Proyección Institucional
- **Universidad Nacional Agraria La Molina**  
Congreso Internacional de Agroexportación.
- **Universidad Nacional Agraria La Molina - PMI**  
III Curso Fundamentos de la Gerencia de Proyectos.
- **Universidad Nacional Agraria La Molina –Dpto Economía y Planificación.**  
I Fórum Uso sostenible de los recursos naturales

## **JHON ALEXANDER HIDALGO CAJACHAGUA**

Magíster en Finanzas de la Universidad ESAN. Licenciado en Administración de Empresas de la Facultad de Negocios de la Universidad de Lima. Manejo del idioma inglés a nivel avanzado y computación a nivel avanzado. Especialización en gestión del comercio internacional, así como un óptimo manejo del personal.

### **FORMACIÓN**

**UNIVERSIDAD ESAN** 2015 – 2018

Maestría en Finanzas

**UNIVERSIDAD DE LIMA** 2006 – 2012

Licenciado en Administración de Empresas

**ADEX ESCUELA DE COMERCIO EXTERIOR** 2011 – 2012

Diplomado de Especialización en Gestión Aduanera del Comercio Internacional

### **EXPERIENCIA**

**BANCO DE CRÉDITO DEL PERÚ** noviembre 2017 – Actualidad

#### **Funcionario de Negocios**

- Generar propuestas de Créditos – comerciales en base a las necesidades de los clientes.
- Comprender claramente las pautas para el proceso de aprobación de Créditos.
- Hacer seguimiento a las operaciones que se encuentran en evaluación, manejando las expectativas de los clientes.
- Evaluar el riesgo del cliente y genera bloqueos preventivos en caso de identificar una situación de riesgo.

**ECOCENTURY S.A.C.** Octubre 2014 – octubre 2015

#### **Responsable de Compras Senior**

- Gestionar la adquisición, almacenamiento, stock y distribución de insumos y servicios para las operaciones industriales.
- Buscar, seleccionar e introducir proveedores eficientes en el proceso de homologación.

**DISTRIBUIDORA TINMAR MEDIC E.I.R.L.** Enero 2013 – septiembre 2014

**Coordinador de Compras y Logística**

- Negociar, coordinar y programar las compras con proveedores locales e internacionales.
- Elaborar planes estratégicos, financieros y comerciales del negocio.

**PACIFICO SEGUROS**

febrero 2012 - diciembre 2012

**Analista de Compras y Administración**

- Gestionar, negociar y consolidar de cotizaciones con proveedores de Pacifico Seguros, Pacifico Vida y Pacifico Salud con la finalidad de alcanzar economías de escala.
- Gestionar y negociar con proveedores de los rubros: merchandising, economato, papelería, eventos, casas automotrices, entre otros.

**CURSOS Y SEMINARIOS:**

**UNIVERSIDAD DE LIMA**

septiembre 2015 - octubre 2015

Elaboración de Presupuestos y Flujos de Caja

**UNIVERSIDAD DE LIMA**

septiembre 2011

Seminario Internacional Solo Para Emprendedores IN3

## **LUIS ALBERTO TAYPE ENCISO**

Titulado en Administración de Empresas de la UNMSM. Diplomado en Comercio Internacional. Experiencia en control de costos y comercio exterior. Conocimientos de inglés, dominio de las herramientas office y sistemas ERP y KFF. Aspiración de desarrollo profesional en las áreas de Finanzas, Riesgo y Gestión de Negocios.

### **FORMACIÓN**

2006 - 2010 **Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM**

Titulado en Administración de Empresas.

2014 - 2015 **Asociación de Exportadores**

Diplomado de Comercio Internacional

### **EXPERIENCIA**

2015 – A la actualidad **DAMCO PERU S.A.** Empresa de Agencia de carga internacional que brinda soluciones logísticas y transporte, pertenece al grupo danés AP MOLLER MAERSK. Con una experiencia de más de 100 años en el mercado.

**Coordinador del Departamento de Finanzas Operativas.** Responsable del control de costos y rentabilidad operativa. Departamento encargado del costeo, facturación, control de rentabilidad y relación con los clientes y proveedores.

- Elaboración y presentación de Indicadores de Gestión (KPIs) a las Gerencias de Operaciones para medir rentabilidad de las operaciones y permita elaborar un forecast.
- Centralización y control de facturación de todos los departamentos de la corporación.
- Elaboración y presentación de reportes de ventas a la Gerencia Comercial.
- Manejo de un equipo de cinco personas.

2014 – 2014 **APM TERMINALS INLAND SERVICES S.A.** Empresa de inversiones danesas pertenecientes al grupo AP MOLLER MAERSK, dedicado al almacenamiento de carga como operadores extraportuarios. Actualmente no realiza actividades en ella.

**Jefe del área de liquidaciones.** Responsable de los análisis de rentabilidad, ventas, costos y facturación del departamento LSS. El área se encarga de del control financiero/operativo del área de operaciones LSS.

- Elaboración y presentación de Indicadores de Gestión (KPIs) a la Gerencia de Finanzas y poder ayudar a la toma de decisiones en cuanto a los costos operativos.
- Facturación y envío de los comprobantes a los diferentes clientes en los tiempos establecidos.
- Manejo directo con los proveedores para cotización y resolución de incidentes tarifarios.

2012 – 2013                      **DAMCO PERU S.A.** Empresa de Agencia de carga internacional que brinda soluciones logística y transporte, pertenece al grupo danés AP MOLLER MAERSK. Con una experiencia de más de 100 años en el mercado.

**Asistente del Departamento de Liquidaciones.** Responsable del costeo de operaciones y visto bueno de los documentos de embarque para retiro de carga del almacén.

- Elaboración y presentación de reporte de costos a la Coordinación de Liquidaciones para definir las estrategias del departamento.
- Elaboración y presentación de reportes de retiros de carga a la Gerencia de Operaciones a fin de visualizar el volumen de carga despachada.
- Liquidar, costear y facturar operaciones logísticas atendidas en los plazos establecidos.

## **SEMINARIOS**

Curso Balanced Scorecard (2014 UPC)

Curso Introducción a la Gestión Aduanera. (2010 SUNAT)

## RESUMEN EJECUTIVO

Las diferentes clases de contaminación son un fenómeno global, una forma de afrontar y mitigar este fenómeno es mediante el uso de la tecnología y planes estratégicos. Muchos países ya están utilizando energías alternativas como la eléctrica en el transporte urbano para la reducción contaminación.

Esta tesis busca la implementación e incentivos gubernamentales para la introducción de buses eléctricos al sistema integrado del transporte público de Lima Metropolitana, estos incentivos son mediante subsidios, beneficios fiscales y los beneficios financieros; los cuales son necesarios para motivar al privado a invertir con la seguridad que obtendrán retornos de acuerdo con las expectativas acostumbradas.

Se investigó implementaciones de buses en otros países (China, Noruega, USA Colombia, Brasil, Chile), utilizando los factores críticos de éxito para encontrar las condiciones internas y externas que deberían implementarse antes de la ejecución del proyecto y ajustarse durante la puesta en marcha, donde encontramos un patrón con los incentivos para conseguir dicha implementación; se pudo analizar que uno de los principales problemas es el proceso de levantar capital para la inversión y la necesidad de un marco normativo actual donde se precise los detalles y especificaciones técnicas de los vehículos eléctricos.

Se encontró que el valor aproximado de un bus eléctrico es de \$385 mil dólares siendo este valor más del triple de un bus convencional y más del doble de un bus a gas; el beneficio de los buses eléctricos en ahorro es del 40% en costos operativos.

Se obtuvo y validó la información con entrevistas a expertos con el fin de determinar la viabilidad de la propuesta; donde se vio la necesidad de la intervención del Estado para otorgar mecanismos de incentivos fiscales y tributarios, del mismo modo se tiene que buscar un equilibrio de inversión en infraestructura, donde el sector privado debe estar a cargo, pero apoyado por el estado.

Con la propuesta de la presente tesis se busca compensar o mitigar la inversión del estado en subsidios, beneficios fiscales y los beneficios financieros, con la base y valorización de las externalidades positivas. El impacto de lo mencionado permite lograr

un VAN positivo, el cual se refleja en el flujo de caja del inversionista; esto a su vez fomentará la implementación de buses eléctricos y el desuso de los otros tipos de buses. En consecuencia y al largo plazo las externalidades positivas serán mayores a las externalidades negativas obteniendo el beneficio social esperado.

Se efectuaron simulaciones del VAN y TIR relacionados al precio de la electricidad e inversión; se tomaron 500 iteraciones para dos flujos a diez años, con costo de capital de 15,22%: en el primer flujo sin propuesta los resultados indican que el proyecto no es viable y el segundo flujo con incentivos y subsidios logra viabilizar el proyecto. La intervención del estado es determinante para la implementación de buses eléctricos en el sistema integrado de transporte de Lima Metropolitana.

# 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

Según Mariana Alegre la directora de la ONG “Lima Cómo Vamos”, en la actualidad el transporte público es una de las grandes problemáticas en el país, lo cual deriva en problemas de impacto medioambiental. Lamentablemente en muchos países, tanto a nivel político como económico, se termina por priorizar una búsqueda para la solución del caos vehicular, dejando de lado el impacto medioambiental.

El estudio realizado por el Banco Mundial en el 2006, “Análisis Ambiental del Perú: Retos para un Desarrollo Sostenible”, se señala que anualmente mueren 3,900 personas en el Perú debido a causas atribuibles a la contaminación del aire. Lima Metropolitana ocupa la sexta posición entre las ciudades latinoamericanas que mayor contaminación generan y el sector de transporte es la actividad que tiene el mayor aporte. Cabe resaltar que el costo de degradación ambiental anual respecto a la contaminación atmosférica urbana corresponde al 0.8% del PBI y nuevamente el transporte urbano es uno de los principales causantes.<sup>1</sup>

Teniendo en cuenta estos impactos en la sociedad, el Estado peruano ha desarrollado estudios, compromisos y planes estratégicos hacia el año 2030, orientados a solucionar estos problemas. Prueba de ello es el Plan Maestro de Transporte Urbano para el área de Lima y Callao (elaborado por JICA), y la Evaluación de Desempeño Ambiental - EDA (elaborado por CEPAL), entre otros. Estos tienen como objetivos examinar la factibilidad del transporte público y mejorar el desempeño medioambiental reduciendo la contaminación para el beneficio de la sociedad. Siendo el transporte urbano uno de los principales causantes de la contaminación, una de estas medidas de solución es buscar energías alternas a diésel o gas para poder reducir la emisión de gases, principalmente por los vehículos de transporte público del mundo.

---

<sup>1</sup> Banco Mundial. Análisis Ambiental del Perú: Retos para un Desarrollo Sostenible. Volumen I: Resumen Ejecutivo, p16. 2006

Es necesario acotar que la contaminación es un problema que afecta a muchos países del mundo, los que han encontrado en la innovación del transporte público una estrategia viable para reducir el impacto medioambiental. Países como Noruega, China y Chile ya han desarrollado planes estratégicos para utilizar energía alternativa, como la eléctrica, y utilizarla en el transporte urbano para reducir la contaminación. El uso de buses eléctricos en líneas metropolitanas de estos países ya es una realidad.

En base a un análisis comparativo de estos países y los factores de éxito que le permitieron implementar los buses eléctricos es que buscamos realizar propuestas para incentivar el uso de vehículos eléctricos para el transporte urbano en Lima Metropolitana.

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Desarrollar un análisis normativo y económico de una política pública orientada a incentivar el uso de buses eléctricos para el transporte urbano en Lima Metropolitana.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- a) Analizar la situación actual del mercado de transporte urbano de Lima Metropolitana y su impacto medioambiental.
- b) Analizar el funcionamiento, ventajas y desventajas de los buses eléctricos.
- c) Comparar el proceso de implementación de buses eléctricos en el transporte urbano con respecto al de otros países como Noruega, China y Chile; y determinar los factores de éxito que ayudaron a implementar esta facilidad.
- d) Proponer y evaluar mejoras en el ámbito normativo y económico para la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima Metropolitana.

### **1.3. Alcances y limitaciones**

#### **Alcances**

La presente tesis busca determinar la viabilidad de la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano en Lima Metropolitana. La investigación se enfoca en:

- Análisis de la normatividad del transporte público urbano y las externalidades que generan.
- Revisión de experiencias en otros países en la implementación de buses eléctricos.
- Evaluación económica para determinar la viabilidad del proyecto de buses eléctricos en el sistema de transporte de Lima metropolitana.
- Elaboración de propuestas tributarias y de subsidios por parte del Estado, para incentivar el cambio de tecnología en el sistema de transporte público de Lima Metropolitana, con el uso de buses eléctricos.
- Propuesta de mecanismos de financiamiento para la implementación de buses eléctricos en el sistema de transporte de Lima metropolitana.
- Los beneficios sociales en costos de mortalidad y morbilidad que el Estado obtendría por la reducción en la contaminación ambiental.

#### **Limitaciones**

Las principales limitaciones que se observaron para el desarrollo de esta investigación son:

- La investigación no considera el impacto fiscal que originaría los subsidios y los incentivos tributarios otorgados por el Estado, para la implementación de buses eléctricos.
- Limitada información del resultado de una evaluación económica de la implementación de buses eléctricos en países latinoamericanos. Los países que buscan implementar esta nueva tecnología como Chile y Colombia están en una etapa de piloto para determinar los rendimientos operativos y de autonomía.

- La evaluación económica comparativa se realizará entre un bus eléctrico y un bus a GNV, considerando la demanda y el recorrido de los corredores complementarios del Sistema Integrado de Transporte.
- Para la evaluación económica del bus eléctrico se está considerando que la vida útil de la batería es de 10 años, el cual también representa aproximadamente el 50% del costo de adquisición del bus. Aunque existen estudios que estiman una vida útil de las baterías entre 5, 8 y 10 años, se considera los supuestos planteados debido a que por ser una nueva tecnología está en constante desarrollo la búsqueda de mejores rendimientos.
- Falta de un inventario anual actualizado de la contaminación ambiental por el transporte público en Lima Metropolitana para medir razonablemente el impacto ambiental.
- Limitada información para determinar las variaciones en el costo de la energía eléctrica y GNV en periodos futuros.
- La Distorsión del mercado por la informalidad, considerando que el Perú es el 3° país más informal del mundo, más del 50% del PBI es informal con énfasis en el sector transporte
- Propuesta de subsidio está orientado al productor más no al usuario final. Nuestra propuesta busca otorgar subsidios a la oferta más no a la demanda. Hemos establecido esta limitación basándonos en dos puntos principales: 1) Los casos de éxito en países líderes en Latinoamérica, como Chile y Colombia, la implementación de buses eléctricos tienen como factor crítico de éxito otorgar el subsidio a la oferta, para lo cual se realiza un análisis comparativo en el capítulo 5 de la presente tesis. 2) Fomentar el desarrollo del mercado de buses eléctricos en Lima y el Perú, consideramos que al otorgar subsidios a la oferta hay un impacto directo en los fabricantes y operadores de buses eléctricos con lo cual podemos acelerar la implementación de buses eléctricos. Empresas como MODASA, INTRAMET, VEGUSTI, METALBUS, entre otras empresas nacionales se podrían ver incentivadas a introducir esta nueva tecnología en su producción por exigencias y regulaciones gubernamentales.

## 2. CAPÍTULO II. MARCO METODOLOGICO

En el presente capítulo se describe la estructura de la investigación realizada. Se presenta un detalle de los capítulos y las herramientas utilizadas en la elaboración de cada uno.

Asimismo, se plantea el diseño del estudio, las fuentes y metodologías empleadas para determinar los factores de éxito que serán la base de nuestro análisis y propuesta.

### 2.1. Modalidad de Investigación

Para el presente trabajo, debido a la naturaleza del mismo modo, se desarrolló una investigación cuantitativa, porque se van a fundamentar los resultados con base a cálculos numéricos y estadísticos. Se ha recabado información de diferentes países donde se han implementado los buses eléctricos en su sistema de transporte.

La investigación descriptiva toma los datos más importantes de la población estudiada y con ella determina patrones.<sup>2</sup> En la presente tesis se va a utilizar este tipo de investigación, porque se está analizando información de los principales países que han implementado con éxito los buses eléctricos e identificar el impacto económico, financiero y social que ha generado.

### 2.2. Estructura General

En la tabla 2.1 se detalla la estructura general del trabajo de investigación.

**Tabla 2.1 Estructura del trabajo de investigación**

Capítulo	Título	Objetivo	Herramientas
I	Introducción	Explicar el problema a investigar y plantear los objetivos que queremos lograr con nuestro trabajo	Fuentes Secundarias
II	Metodología	Describir la metodología y fuentes a usar en la investigación.	Fuentes secundarias sobre conceptos metodológicos.
III	Marco Conceptual	Describir el marco teórico, como conceptos y definiciones, que servirán de base para la presente investigación.	Fuentes Secundarias

<sup>2</sup> <https://es.slideshare.net/GeidysValdezLiriano/investigacin-descriptiva-63857486>

IV	Marco Contextual	Exponer la situación actual del transporte urbano, impacto medioambiental y el bus eléctrico.	Fuentes Secundarias
V	Análisis Comparativo	En base a la información que se recopilará se identificarán los países líderes en el mundo y en la región en la implementación de buses eléctricos en el transporte público.	Fuentes Secundarias
VI	Análisis de Entrevistas a Expertos	Analizar las opiniones recogidas de los expertos para determinar los factores de éxito en la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima.	Entrevistas a expertos como fuente primaria para conocer opiniones de especialistas en el tema de investigación.
VII	Propuesta de la investigación	Determinar los factores de éxito en los ámbitos normativos y económicos. Plantear la propuesta normativa y financiera.	Análisis de los resultados para proponer las mejoras necesarias.
VIII	Valorización de externalidades	Aplicación de métodos de valoración de externalidades, el cual consiste en dar un valor social (monetario) a las externalidades.	Metodologías de valorización de externalidades.
IX	Conclusiones y Recomendaciones	Plantear conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos	Método deductivo para las conclusiones y recomendaciones.

Elaboración: Autores de la tesis

## 2.3. Fuentes de Información

### 2.3.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias contienen información original, resultado de un trabajo de investigación, fuentes como encuestas y entrevistas son las más empleadas dependiendo del tipo de investigación.<sup>3</sup> Las encuestas brindan resultados cuantitativos mientras que las entrevistas brindan un análisis cualitativo sobre un tema de investigación en particular.

Dada la naturaleza de esta investigación se utilizarán entrevistas a expertos como fuentes primarias, para recoger las opiniones, recomendaciones y aportes sobre los factores críticos de éxito para la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima Metropolitana, con el objetivo de determinar la viabilidad de nuestra propuesta. En la Tabla 2.2 se detalla el sector, experto y objetivo de las entrevistas que empleará el presente trabajo.

<sup>3</sup> [http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos\\_de\\_fuentes\\_de\\_informacin.html](http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos_de_fuentes_de_informacin.html)

**Tabla 2.2 Expertos a entrevistar**

<b>Entidad</b>	<b>Contacto</b>	<b>Cargo</b>	<b>Objetivo</b>
Especialista	Edwin Quintanilla	Director de la Maestría en Gestión de la Energía / Ex viceministro de Energía y minas	Conocer las barreras de entradas que impiden el uso de buses eléctricos en el transporte urbano del Perú y Lima.
Universidad de Ingeniería y Tecnología UTEC	Elmer Ramírez	Profesor de Ingeniería de la Energía de UTEC/ Autor de Trabajo de Investigación para ENEL “Análisis del Impacto Ambiental y Económico de la Introducción de Vehículos Eléctricos en Lima y Callao”	Conocer sobre posibles incentivos para fomentar la demanda de vehículos eléctricos en Lima Metropolitana.
Consortio Transvial Lima SAC	Sergio Martínez	Gerente General Consorcio Transvial Lima SAC	Conocer las limitaciones que impiden el uso de buses eléctricos para participar en licitaciones por líneas del SIT en Lima.
Privado	Walter Barboza	Cargo gerencial en empresa de transportes	Conocer las limitaciones que impiden el uso de buses eléctricos para participar en licitaciones por líneas del SIT en Lima.
ONG	Luis Quispe Candía	Presidente de la ONG Luz Ámbar	Conocer la situación del transporte público en el ámbito empresarial y regulatorio: oportunidades de mejora, ventajas, desventajas y validar las propuestas identificadas.

Elaboración: Autores de la tesis

Las entrevistas permitirán conocer el punto de vista del Estado y del sector privado, entender cuáles son las barreras de entradas para los buses eléctricos en Lima y poder identificar a través de los factores de éxito en otros países aquellos factores que puedan implementarse en la capital.

### **2.3.2 Fuentes secundarias**

Las fuentes secundarias tienen como base textos que serán analizados para citar y complementar el tema de investigación.<sup>4</sup> Dentro de los tipos de fuentes secundarias se encuentran artículos de noticia, páginas web, revistas especializadas, trabajos de investigación, entre otros.

<sup>4</sup> [http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos\\_de\\_fuentes\\_de\\_informacin.html](http://www3.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos_de_fuentes_de_informacin.html)

Para el presente trabajo de investigación se ha utilizado información sobre el uso de buses eléctricos en el transporte urbano a través del uso de fuentes secundarias, las cuales se detallan en la tabla 2.3. Esta información, obtenida de noticias a nivel mundial, estudios realizados por el Estado Peruano, trabajos de investigación realizados en los países líderes en la implementación de vehículos eléctricos y fuentes especializadas; tiene como finalidad conocer la situación actual de los buses eléctricos en Lima y ciudades que han implementado con éxito los vehículos eléctricos en el transporte urbano.

**Tabla 2.3 Fuentes Secundarias**

<b>Fuente Secundaria</b>	<b>Objetivo</b>
Portales del Estado	Identificar las barreras de entrada y limitaciones del uso de buses eléctricos desde el punto de vista del Estado.
Noticias	Conocer la situación actual del Perú y los países líderes en el uso de vehículos eléctricos en el transporte urbano.
Revistas Especializadas	Conocer las ventajas, desventajas y funcionalidades de los buses eléctricos.
Estudios realizados por el Estado	Identificar los planes, objetivos y estrategias del estado para reducir la contaminación en el país y Lima Metropolitana.
Tesis	Determinar las ventajas del uso de vehículos eléctricos en el transporte urbano.
ASETUP: Asociación de Empresas de Transporte Urbano del Perú	Analizar las principales acciones realizadas por las empresas de transporte urbano en Lima Metropolitana.

Elaboración: Autores de la tesis

Hemos considerado el análisis de fuentes secundarias y el benchmarking como herramientas del presente trabajo para conocer los factores de éxito en los países líderes en el uso de buses eléctricos.

## **2.4. Herramientas utilizadas**

### **2.4.1 Benchmarking**

Según David T. Kearns, Director General de Xerox Corp, el benchmarking es “un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones reconocidas como las mejores prácticas”.<sup>5</sup> Analizando la

<sup>5</sup> <https://debitoor.es/glosario/definicion-de-benchmarking>

definición antes planteada, nuestro trabajo recoge un concepto importante: “Evaluar las mejores prácticas de los procesos”.

Existen tres tipos de benchmarking: (i) Interno, donde se compara los niveles alcanzados dentro de una misma organización. (ii) Competitivo, se compara algunos aspectos con los principales competidores. (iii) Funcional, se compara con otras organizaciones que no pertenecen a la misma industria.<sup>6</sup>

Con base a este concepto, el cual se desprende de la metodología del benchmarking, es que se empleará un benchmarking funcional para determinar las mejores prácticas empleadas por los países líderes en la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano. Nos referimos a un benchmarking funcional ya que el presente trabajo busca determinar la viabilidad en tres áreas en particular, la normativa, la operativa y económica.

Es así como a través del benchmarking funcional se busca identificar las mejores prácticas y factores de éxito en las áreas que se requiere mejorar.

#### ***2.4.2 Factores Críticos de Éxito (FCE)***

Los factores críticos de éxito son los aspectos claves que asegurarán el éxito de un proyecto, organización o emprendimiento social (Rokart, 1979). Esta satisfacción de resultados tiene incidencia directa sobre el rendimiento competitivo y el cumplimiento de la misión (Caralli, 2004).

Los FCE tienen un amplio ámbito de aplicación, uno de los casos más resaltantes fue su aplicación programas del gobierno federal de Estados Unidos por Dobbins y Donnelly (1998). En este trabajo se identificaron las preocupaciones de los gerentes para el desarrollo de planes estratégicos. Es así como este método se puede emplear en cualquier aspecto de las organizaciones, industria, proceso, producto, servicio, etc.

---

<sup>6</sup> Idem.

Asimismo, se puede concluir que los FCE son los factores tanto internos como externos definidos como áreas de resultados objetivos en las que el rendimiento se pueda evaluar y medir.

### ***Metodología para establecer los FCE***

La metodología para la definición de los FCE en esta investigación recoge el planteamiento de Bullen y Rocarkt (1981), donde se definen cuatro actividades básicas.

- a) **Alcance de los FCE:** Para este caso consistirá en delimitar la investigación según la definición del transporte público en Lima Metropolitana. De tratarse de una organización plana, será suficiente explicar los procesos operativos, pero si es más complejo se realizan los FCE por cada unidad de negocio.
- b) **Recolección de datos:** Incluye cuatro subprocesos como la recolección y revisión de documentos críticos, planteamiento de preguntas para entrevistas, planteamiento y aplicación de las entrevistas a los participantes, y como último subproceso es la organización de la data recolectada.
- c) **Análisis de la data:** Se plantean tres pasos, siendo el primero el desarrollo de enunciados respecto de las actividades realizadas y cómo los responsables a cargo creen que aporta al objetivo. En segundo paso es plantear estos enunciados en grupos de afinidad para encontrar los aspectos importantes de la organización. El último paso es resumir los aspectos críticos y mejorarlos de acuerdo con los objetivos de la organización.
- d) **Derivación de los FCE:** Esto deriva de los grupos de afinidad, los FCE no se crean por lo general. Luego se hace un análisis de los FCE con el objetivo de determinar los criterios de comparación, desarrollando un matriz de comparaciones, luego de determinar sus intersecciones se analiza sus interrelaciones.

### ***2.4.3 Método de Valorización de Externalidades***

Cada proyecto necesita una valoración económica en busca del beneficio privado o social. Esta valoración ayuda a establecer si la inversión realizada genera el rendimiento mínimo esperado y las acciones a tomar para llegar a este.

Nuestra valoración de externalidades busca saber en cuanto mayor es el beneficio generado a los costos generados en dicho proyecto. Para esto la medición será en base al impacto de las externalidades en la variación de la mortalidad y morbilidad de Lima Metropolitana.

### 2.4.3.1 Método costo de mortalidad

#### Enfoque de Capital Humano

Consiste en relacionar la externalidad con el fallecimiento de una persona, se trae a valor presente los futuros ingresos que dejaría de percibir por su fallecimiento a causa de la externalidad, hasta la esperanza de vida con la que cuenta una persona en Lima Metropolitana.

(Orihuela & Rivera, 2013) muestran la siguiente fórmula para el costo del enfoque de capital humano<sup>7</sup>:

$$\text{Costo ECH} = \left[ \int_{t=E_{pp}}^{E_v} S \cdot e^{-r(E_v - E_{pp})t} dt \right]$$

- $E_v$  : Nivel promedio de esperanza de vida.
- $E_{pp}$  : Edad promedio ponderado.
- $R$  : tasa de descuento. Como se trata de una vida, la diferencia entre salvar una vida hoy o en el futuro no debería ser tan pronunciada, por lo que se propone usar un  $r = 3\%$  (Beltran & Cueva, 2013).
- $S$  : Salario mínimo vital.
- $E$  : número neperiano = 2.71828

### 2.4.3.2 Método de costo de morbilidad

Este método se compone con la relación de la externalidad y el costo que genera la hospitalización y el ausentismo laboral por persona en Lima Metropolitana (MINAM, 2014).

<sup>7</sup> <http://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/articulos/economiaysociedad/06-unalm.pdf>

La figura 2.1 indica según el Minsa una de las principales causas de morbilidad son las infecciones agudas de las vías respiratorias, la cual está relacionada a las externalidades de este estudio.

**Figura 2.1 Principales causas de morbilidad**

ORD	CAUSAS DE MORBILIDAD	TOTAL		MASCULINO		FEMENINO	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
	<b>TOTAL</b>	<b>34,882,652</b>	<b>100.0</b>	<b>12,541,560</b>	<b>100.0</b>	<b>22,341,092</b>	<b>100.0</b>
01	INFECCIONES AGUDAS DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES (J00 - J06)	5,813,789	16.7	2,464,400	19.6	3,349,389	15.0
02	ENFERMEDADES DE LA CAVIDAD BUCAL, DE LAS GLANDULAS SALIVALES Y DE LOS MAXILARES (K00 - K14)	5,295,343	15.2	1,945,574	15.5	3,349,769	15.0
03	ENFERMEDADES INFECCIOSAS INTESINALES (A00 - A09)	1,177,095	3.4	538,182	4.3	638,913	2.9
04	ENFERMEDADES DEL ESOFAGO, DEL ESTOMAGO Y DEL DUODENO (K20 - K31)	1,112,143	3.2	316,889	2.5	795,254	3.6
05	OTRAS ENFERMEDADES DEL SISTEMA URINARIO (N30 - N39)	1,111,200	3.2	190,361	1.5	920,839	4.1
06	DORSOPATIAS (M40 - M54)	1,106,368	3.2	379,366	3.0	727,002	3.3
07	OBESIDAD Y OTROS DE HIPERALIMENTACION (E65 - E68)	1,059,149	3.0	308,172	2.5	750,977	3.4
08	DESNUTRICION (E40 - E46)	884,352	2.5	426,190	3.4	458,162	2.1
09	OTROS TRASTORNOS MATERNOS RELACIONADOS PRINCIPALMENTE CON EL EMBARAZO (O20 - O29)	812,891	2.3	0	0.0	812,891	3.6
10	ANEMIAS NUTRICIONALES (D50 - D53)	736,833	2.1	334,597	2.7	402,236	1.8

Fuente: MINSA

## 2.5. Aplicación a la Investigación

En la Tabla 2.4 se ha precisado la metodología a emplear y las herramientas a utilizar:

**Tabla 2.4 Metodología de Investigación**

Metodología	Descripción
Alcance	Determinar el alcance de la investigación
Selección de información en fuentes secundarias	Se investigará en las fuentes secundarias señaladas en la Tabla 2.3
Selección de los países para el benchmarking	En base a la información que se recopilará en las fuentes secundarias, se identificarán los países líderes en el mundo y en la región en la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano. En el Capítulo VI se detallará el análisis comparativo con los países seleccionados.
Determinar los FCE	A través del análisis comparativo con los países seleccionados para el benchmarking se determinarán los FCE, los cuales serán seleccionados en base a su relevación y utilización en uno o más países a comparar.
Recopilar información de fuentes primarias	Mediante el uso de entrevistas a expertos se recopilará información basándonos en los FCE seleccionados y los principales participantes como el Estado, el sector privado, entidades regulatorias y la sociedad.
Selección de expertos a entrevistas	La selección de los expertos a entrevistar estará basada en el análisis realizado en las fuentes primarias y secundarias. Dada la naturaleza de nuestra investigación las entrevistas se enfocarán en dos grupos de interés: el Estado y el sector privado.
Análisis de las entrevistas y determinación de los FCE	Se realizará un análisis de las entrevistas a los expertos y se establecerán conclusiones, por cada entrevista, relacionados a los FCE encontrados.

Propuesta de Mejora	Luego de establecer los FCE definitivos, se planteará y desarrollará las propuestas de mejoras que serían aplicables al contexto de nuestro país.
Valorización de Externalidades	Aplicación de métodos de valoración de externalidades, el cual consiste en dar un valor social (monetario) a las externalidades.

Elaboración: Autores de la tesis

Finalmente, en la Tabla 2.5 se presenta un ejemplo de cuadro comparativo para los factores críticos de éxito (FCE) el cual utilizaremos como herramienta para el análisis cualitativo.

**Tabla 2.5 Ejemplo FCE propuestos**

<b>Aspecto</b>	<b>Definición</b>	<b>Comentarios</b>
Financiero	Relacionado a la viabilidad financiera de invertir en buses eléctricos en comparación a Diésel y GNV. (Costos de adquisición, costos de mantenimiento, costos de energía)	
Apoyo del Estado (Incentivos, subsidios, beneficios tributarios)	Intervención del estado para respaldar la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima Metropolitana.	
Infraestructura (Electrolineras, estaciones de carga)	Mejoras en la infraestructura eléctrica que permita la viabilidad de implementar buses eléctricos.	
Regulación	Mejoras normativas y de impacto ambiental para fomentar el uso de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima Metropolitana.	
Inversión en nuevas Tecnologías	Fomentar la inversión y desarrollo de nuevas tecnologías en el transporte urbano de Lima Metropolitana por parte del sector público y privado.	

Elaboración: Autores de la tesis

### **3. CAPÍTULO III. MARCO CONCEPTUAL**

En el presente capítulo se definirán conceptos del entorno que rodean al transporte público urbano, modalidades y las formas que la soportan, los conceptos relacionados a la movilidad convencional y eléctrica de buses, ventajas y desventajas, así como los conceptos del Sistema Integrado de Transporte, funcionamiento y componentes. Por otro lado, se explica las externalidades y fallas de mercado con incidencia en este proceso de investigación que serán de importancia para su entendimiento.

#### **3.1. Transporte público urbano**

##### ***3.1.1 Definición del transporte público urbano***

El transporte público urbano es un término aplicado al transporte colectivo de pasajeros en una determinada zona geográfica urbana interconectada por rutas troncales y alimentadoras fijas, con horarios predeterminados y que puede ser utilizada a cambio del pago de una tarifa.<sup>8</sup> Existen diversos medios o modalidades para el transporte público urbano como son los trenes, buses, microbuses, trolebuses, teleférico, tranvías, taxis, mototaxis, entre otros. Dependiendo de la regulación gubernamental en cada país, puede involucrar también a operadores, itinerarios, licitaciones, recaudadores, entidades de fideicomisos y una entidad reguladora del Estado.

Desde un punto de vista jurídico y normativo, María Jara Risco, ex jefa de la SUTRAN, define el transporte urbano como un servicio público y como cualquier otra actividad económica que se rige por un conjunto de normas que delimitan el ámbito jurídico por el que se pueden desenvolver. En primer orden jurídico están bajo la norma de la Constitución Política del Perú y en segundo orden por la Ley 27181 “Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre” con el propósito de cuidar el correcto funcionamiento.

---

<sup>8</sup> [ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/u1-medios-de-transporte-urbano.pdf](http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/u1-medios-de-transporte-urbano.pdf)

### 3.1.2 Modalidades del transporte público urbano

En esta sección se definirán las modalidades del transporte público urbano clasificadas según su capacidad de transportar pasajeros. En la Tabla 3.1 se describen las principales características de las modalidades del transporte público urbano.

**Tabla 3.1 Modalidades del transporte público urbano**

Modalidad	Medio de Transporte	Concepto
Alta capacidad	Tren Eléctrico (Metros) Metropolitano (Bus Rapid Transit-BRT)	En esta modalidad se transportan masivamente los pasajeros. Utilizan las rutas troncales por la mayor capacidad de pasajeros. Los articulados pueden transportar 180 pasajeros y los trenes de 5 vagones transportan 1000 pasajeros.
Media capacidad	Corredores de buses, trolebuses, minibuses, tranvías, etc.	Esta modalidad usa las rutas alimentadoras y complementarias. Cada bus puede transportar 90 pasajeros.
Baja capacidad	Minibuses, taxis, mototaxis, otros.	En esta modalidad los vehículos son livianos y por ende solo transportan a pocos pasajeros, aumentando la congestión vehicular.

Fuente: MTC/PROTRANSPORTE/Gestión

### 3.2. Buses

Los buses son vehículos automotores para transportar personas a nivel urbano e interurbano, tienen un papel importante en el sistema de transporte urbano de cualquier ciudad.<sup>9</sup> Estos vehículos pueden ser clasificados por tipos de fuente de energía o propulsión, por tamaño, por emisión de contaminantes según la norma EURO, entre otras formas.

La clasificación por tipos de buses por fuente de energía o tipo de propulsión son: i) Buses diésel y gasolina; ii) Buses GNV, iii) Buses híbridos y iv) Buses eléctricos.

Por otro lado, la clasificación según emisiones contaminantes (norma EURO) emitidas por la Unión Europea en los años 90, diferenciaba entre vehículos a gasolina y diésel para establecer los límites de contaminación.

<sup>9</sup> <http://dle.rae.es/?id=4RA0JzM>

Los tipos de buses clasificados por tamaño dependerán de la normativa de cada ciudad y país. Los más usuales son de 9 metros, 12 metros, 14 metros, 18 metros y 24 metros.

### 3.2.1 Tipos de Buses

Según la Tabla 3.2 se describirán los tipos de buses y sus principales características técnicas, operativas y normativas.

Por otro lado, en la Figura 3.1 vemos los principales componentes de un vehículo eléctrico dentro de su funcionamiento.

**Tabla 3.2 Tipo de Buses**

Bus Diésel	Bus GNV	Bus Eléctrico
<p>Este tipo de movilidad tiene un motor de combustión interna que transforma la energía química en energía mecánica de muy alto rendimiento.<sup>10</sup></p> <p>Es el bus más común en un sistema de transporte urbano, asimismo es el que más contaminación genera entre los otros tipos.</p>	<p>Este tipo de vehículo funciona básicamente con gas metano y sus motores funcionan con el ciclo Otto. Gracias a sus ventajas en reducción de emisiones cumplen la normativa Euro V.</p>	<p>El bus eléctrico como su nombre lo dice es un transporte que utiliza motor eléctrico como medio de propulsión. Este medio de transporte reduce la contaminación atmosférica y contaminación sonora.</p> <p>El bus propuesto para transporte urbano utiliza para su desplazamiento la energía eléctrica, la misma que se encuentra almacenada en baterías, realizando el proceso de conversión de energía; pasando de energía química a energía eléctrica y por último a energía mecánica con ayuda del motor eléctrico. En la figura 3.1 se grafica su funcionamiento.</p>

Elaboración: Autores de la Tesis.

<sup>10</sup> Tesis: Procesos de Recarga de Autobuses Eléctricos y viabilidad de Funcionamiento en una Red de Transporte Urbano de Superficie.

**Figura 3.1 Funcionamiento del sistema eléctrico**



Fuente: Yutong Gildemeister

De acuerdo con la Tabla 3.2 uno de los tipos de buses es el eléctrico y esta nueva tecnología de eficiencia eléctrica ha dado pie a tres tipos de buses que actualmente se comercializan en distintas partes del mundo: los buses 100% eléctricos, los buses híbridos y los buses híbridos enchufables.

### **Buses 100% Eléctricos**

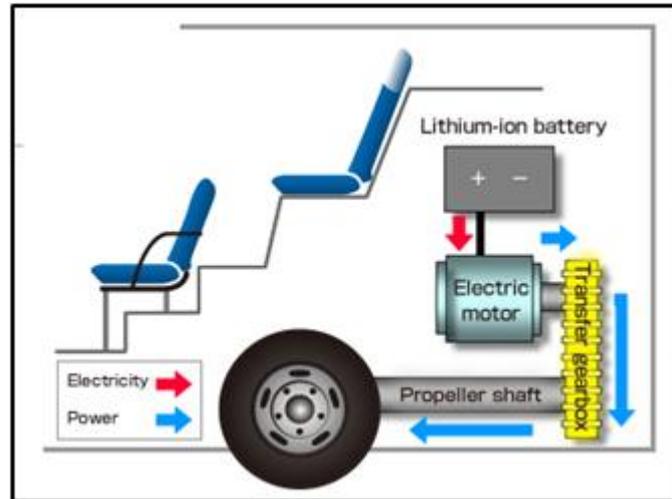
Estos vehículos almacenan energía electroquímica en las baterías. Actualmente la opción más barata es la de baterías de plomo-ácido, pero existen nuevos avances en las baterías de níquel-hidruro metálico (NiMH), de iones de litio (Li-ion) y de polímero de iones de litio que las están haciendo más competitivas debido a ciclos de vida más largos, menor tamaño y menor peso que las de plomo-ácido.<sup>11</sup>

Los buses que usan esta tecnología podrían alcanzar un ahorro de hasta US\$ 237,000 a lo largo de la vida útil de este. En la figura 3.2 se detalla la tecnología empleada. Asimismo, se requiere 30% menos de piezas, un 75% menos de reparaciones y no necesita cambios de aceite ni ajustes en el sistema de escape de

<sup>11</sup> <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno10/vehiculo/files/Informe%20V2G.pdf>

gases. La autonomía promedio, está alrededor de los 250 km – 300 km de una sola carga.<sup>12</sup>

**Figura 3.2 Tecnología del bus eléctrico**



Fuente: Hino Global

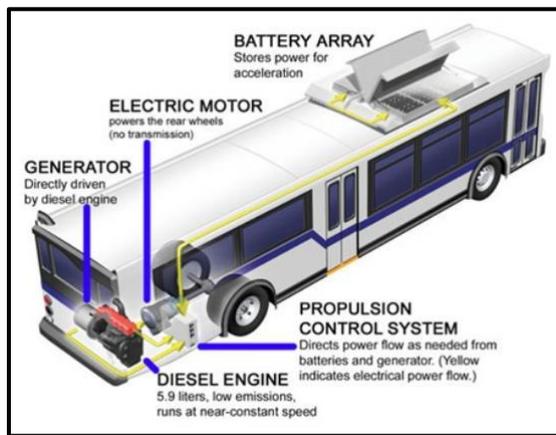
## Buses Híbridos

Son los buses conformados por un motor de combustión y otro eléctrico, en donde, el motor principal es el eléctrico, pero no cuenta con gran potencia y la duración de la batería es poca. Esta clase de buses no se enchufa y la recarga de la batería se hace a partir del funcionamiento del propio motor de combustión como se muestra en la figura 3.3. El objetivo principal es la reducción de consumo de combustible en un 30%, por lo que así contribuyendo a una reducción de gases tóxicos<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Cfr: <http://www.irizar.com/alcanzado-el-gran-reto-el-autobus-urbano-100-electric-del-grupo-irizar-es-ya-una-realidad/>

<sup>13</sup> Fuente: <https://www.xataka.com/automovil/coche-electrico-vs-hibrido-enchufable-las-dos-tendencias-del-coche-del-futuro>

**Figura 3.3 Funcionamiento de un Bus Híbrido**

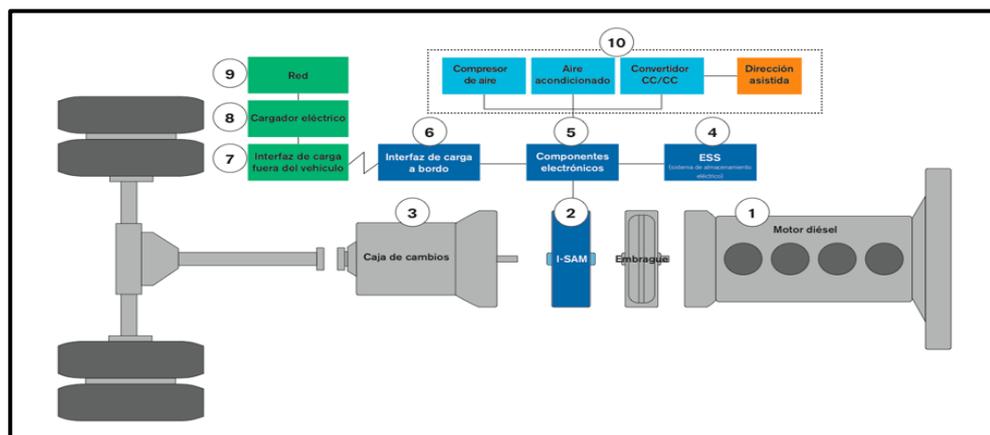


Fuente: Afinidad Eléctrica

**Buses híbridos enchufables:**

La diferencia principal del bus híbrido enchufable con el híbrido es que en este sí se puede hacer recorridos cortos usando la energía eléctrica almacenada en la batería, que es varias veces más grande que la de los híbridos. Las cargas son rápidas (alrededor de 10 minutos) y cada vez que el bus frene o se parquee, por acción cinética, se regenerará la energía eléctrica o re direccionando la energía excedente para el funcionamiento del aire acondicionado.<sup>14</sup> En la figura 3.4 se detalla el funcionamiento de un bus híbrido enchufable.

**Figura 3.4 Funcionamiento de un Bus Híbrido enchufable**



Fuente: [www.hibridosyelectricos.com](http://www.hibridosyelectricos.com)

<sup>14</sup> Fuente: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/mercado/primer-autobus-hibrido-enchufable-comercial-volvo/20141130201730008345.html>

A modo de resumen se puede decir que el bus híbrido sólo reduce, la contaminación en 30%, y siempre funciona con combustible. El híbrido enchufable también usa combustible, pero es capaz de hacer cargas rápidas y usar energía eléctrica para su desplazamiento, pero por tramos muy cortos. Mientras que los buses eléctricos, reducen hasta en 90% las emisiones tóxicas pero sus cargas son largas.

## Normas Euro

Estas normas se implementan en la década de los 90 con la finalidad de controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por ello estas normas se ha vuelto más restrictivo hasta el punto de llegar en la actualidad a la norma Euro 6. En la tabla 3.3 se detallan los niveles de la norma Euro.

**Tabla 3.3 Norma Euro aplicable a buses diésel**

Norma Euro	Problema	Efecto
Euro 1	Calidad del combustible	Se retira el plomo de la composición del combustible.
Euro 2; 3 y 4	Calidad del combustible	Reducir el tamaño del motor y cambiar la mecánica de la caja.
Euro 5	Desecho de partículas	Uso del filtro antipartículas.
Euro 6	Emisión de NOx	Se administra el compuesto AdBlue para descomponer el Nox.

Fuente: <https://noticias.autocosmos.com.pe/2017/07/18/en-esto-consiste-la-norma-euro-de-emisiones>  
Elaboración: Autores de la tesis

En la tabla 3.4 se muestra la evolución de las normas EURO y las exigencias en cuanto a los límites de emisión de gases para vehículos de Transporte urbano, en el cual se puede observar la gradual disminución de los límites permitidos para emisión de gases por cada norma implementada.

**Tabla 3.4 Evolución de normativa EURO para vehículos de transporte público (g/km)**

Norma Euro	Año de Publicación	Monóxido de Carbono CO2	Hidrocarburos Totales HTC	Óxido de Nitrógeno Nox	Material Particulado PM
Euro I	1992	8.100	1.980	14.400	0.648
Euro II	1998	7.200	1.980	12.600	0.270
Euro III	2000	3.780	1.188	9.000	0.180
Euro IV	2005	2.700	0.828	6.300	0.036
Euro V	2008	2.700	0.828	3.600	0.036
Euro VI	2013	2.700	0.234	0.720	0.018

Fuente: EMBARQ  
Elaboración: Autores de la tesis

### 3.2.2 Características Comparativas Según Tipo de Buses

En la Tabla 3.5 se presentan las características de los tres tipos de buses.

**Tabla 3.5 Características de los buses Diésel, Gas y Eléctricos**

<b>Características</b>	<b>Buses Diésel</b>	<b>Buses GNV</b>	<b>Buses Eléctricos</b>
<b>Fuente de Energía</b>	Petróleo	Gas Natural	Electricidad
<b>Sistema</b>	Convierte la energía química en energía mecánica.	Convierte la energía química en energía mecánica.	Convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Tiene batería de litio o de hierro fosfato. El bus de la marca BYD tiene un sistema de regeneración de recarga de su batería cuando se frena o se desacelera.
<b>Autonomía</b>	El bus diésel marca Mercedes Benz de 12 metros con capacidad de 80 galones tiene un alcance de 350 kilómetros.	El bus GNV marca IVECO de 12 metros con capacidad de 163.2 m <sup>3</sup> , tiene una autonomía de 300 kilómetros.	El bus eléctrico BYD de 12 metros tiene un alcance de 250 kilómetros con una sola recarga.
<b>Costo de adquisición</b>	Bus con menor costo de adquisición. Aproximadamente USD 120,000.00	Bus de costo intermedio de adquisición. Aproximadamente USD 155,000.00	Vehículo de alto costo de adquisición. Aproximadamente USD 387,500.00
<b>Tiempo de Recarga</b>	De 5 a 10 minutos.	De 15 a 30 minutos.	3 horas.
<b>Mantenimiento</b>	Requiere mantenimientos preventivos y correctivos más frecuentes. Tiene un costo intermedio.	Requiere mantenimientos preventivos y correctivos. Tiene el costo más elevado de mantenimiento.	Requiere mantenimiento preventivo. Se estima un ahorro del 20% del costo de mantenimiento del bus GNV.
<b>Impacto al medio ambiente</b>	Afecta los recursos no renovables. Estos buses son categoría Euro III, IV y V.	Afecta los recursos no renovables.	No afecta los recursos no renovables.

Fuente: MOTORED-IVECO / CPGNV/ ASOTRANS / DIVEMOTOR / BYD

Elaboración: Autores de la tesis

### 3.2.3 Ventajas y Desventajas

Respecto a las ventajas y desventajas, en la Tabla 3.6 describimos las principales ventajas y desventajas de los buses en el mercado del transporte público.

**Tabla 3.6 Ventajas y desventajas de los vehículos Diésel, Gas y Eléctricos**

Bus	Ventajas	Desventajas
<b>Bus Diésel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precios bajos de los vehículos en comparación con GNV y Eléctrico.</li> <li>• Alta cantidad de puntos de carga (grifos).</li> <li>• Mayor rendimiento y potencia del motor: 780 Nm (torque).</li> <li>• Vehículos menos pesados que los de GNV y eléctrico.</li> <li>• Tiene un tiempo de recarga aproximado de 15 minutos.</li> <li>• Mercado desarrollado.</li> <li>• Percepción positiva de los consumidores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de mantenimiento en comparación del bus eléctrico.</li> <li>• Precio alto y volátil del petróleo.</li> <li>• Generan contaminación sonora (baja).</li> <li>• Emiten gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>).</li> </ul>
<b>Bus GNV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio intermedio de los vehículos.</li> <li>• Costo del GNV por debajo que el diésel.</li> <li>• Rendimiento o potencia medio del motor: 650 Nm (torque).</li> <li>• Mercado desarrollado.</li> <li>• Emite menos contaminación que el bus a diésel.</li> <li>• Hay una percepción de favorable factibilidad por parte de las empresas de transportes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo de mantenimiento en comparación del bus a diésel y el eléctrico.</li> <li>• Capacidad limitada de puntos de carga (grifos)</li> <li>• Tiene un tiempo de recarga entre 15 y 30 minutos, dependiendo de la presión de la máquina que la suministra (3000 bares).</li> <li>• Vehículos más pesados en comparación del diésel por los tanques de gas.</li> <li>• Generan contaminación sonora (baja).</li> <li>• Emiten gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>).</li> </ul>
<b>Bus Eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendimiento o potencia del motor: 700 Nm (torque).</li> <li>• Bajo costo de electricidad.</li> <li>• No genera contaminación sonora.</li> <li>• No emite gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>).</li> <li>• El costo de mantenimiento preventivo es 54% menos que un convencional de combustible diésel motor Euro V.</li> <li>• Se cuenta con capacidad energética suficiente para cubrir la demanda de buses eléctricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precios altos de los vehículos.</li> <li>• No se cuenta con infraestructura en puntos de carga (electrolineras).</li> <li>• Mercado no desarrollado.</li> <li>• Tienen menor alcance que los buses convencionales.</li> <li>• Hay una percepción poco factible por parte de las empresas de transportes.</li> </ul>

Fuente: MOTORED-IVECO / CPGNV/ ASOTRANS / DIVEMOTOR / BYD

Elaboración: Autores de la tesis

### **3.3. Sistema Integrado de Transporte Público**

#### **3.3.1 Definición**

Un Sistema Integrado de Transporte Público corresponde al conjunto de medios de transporte de pasajeros que existen en una ciudad, que se encuentran debidamente articulados y estructurados permitiendo a los usuarios tener acceso y cobertura de transporte para movilizarse a diferentes puntos de una ciudad.<sup>15</sup>

Un Sistema Integrado de Transporte debe caracterizarse por brindar un servicio confiable, eficiente, cómodo y seguro para los usuarios, sin que estos tengan que realizar un mayor desplazamiento para abordar los diferentes medios de transporte.<sup>16</sup>

#### **3.3.2 Componentes del Sistema Integrado de Transporte**

Para el buen funcionamiento de un Sistema integrado de Transporte Público es necesaria la integración de diferentes entidades y factores que cumplan sus respectivos roles, entre las cuales podemos mencionar a los siguientes:

**Autoridad Coordinadora de Transporte:** La implementación de un sistema integrado de transporte debe estar supervisada por una entidad gubernamental que busque regular los servicios y las tarifas, dictar normas, reglamentos y sanciones administrativas, así como establecer las condiciones para las licitaciones de las rutas a concesionar.

**Operadores de Transporte:** Son empresas de transporte público de pasajeros que luego de haber cumplido con las exigencias técnicas y económicas a través de licitaciones, se han hecho de la concesión para prestar el servicio en determinadas rutas o corredores. Son los encargados de mantener y operar los medios de transporte como buses y trenes dentro de la red del sistema integrado, así como cumplir con todas cláusulas establecidas en los contratos de concesión.

---

<sup>15</sup> [movilidadamable.org/sistema-integrado-de-transporte](http://movilidadamable.org/sistema-integrado-de-transporte)

<sup>16</sup> <https://culturavial.net/sit/>

**Tarifas y Sistemas de Recaudo:** Corresponde al pago que hacen los usuarios por el uso de los medios de transporte. Estas tarifas deben ser establecidas por las Autoridades del Transporte en coordinación con los operadores, a través de un análisis económico de la demanda. En un sistema integrado de transporte debe existir la integración tarifaria que permita a los usuarios hacer uso de toda la red de transporte (buses y trenes). El sistema de recaudo tiene por finalidad recaudar el ingreso de dinero proveniente de las tarifas de transporte y que a su vez es administrada por una entidad especializada en la recaudación y ser distribuida entre los partícipes del sistema integrado.

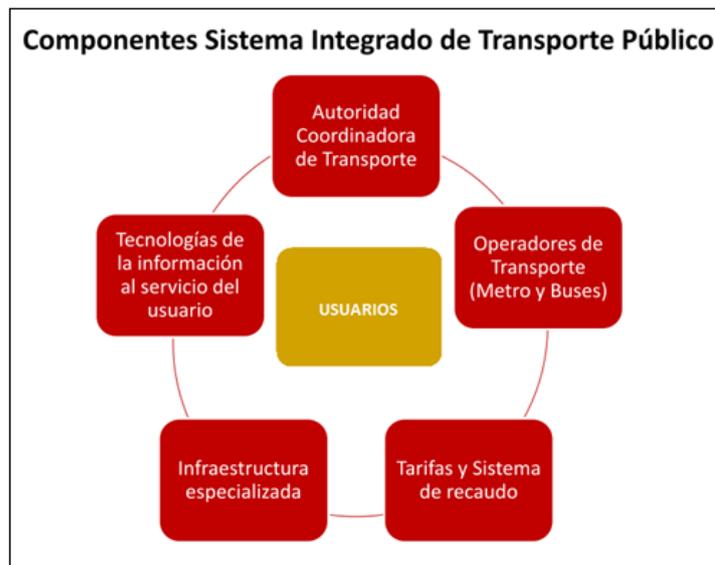
**Infraestructura especializada:** Corresponde a la implementación de redes viales exclusivas, para los medios de transporte, hacia los principales puntos de una ciudad, así como la implementación de terminales, paraderos de transferencia y estaciones de intercambio modal, con todos los servicios que debe brindarse a los usuarios en cuanto a calidad y seguridad. Esta infraestructura debe estar integrada para un mejor acceso y movilización de los usuarios.

**Tecnologías de Información:** Las tecnologías de información permiten acceder a datos en tiempo real que ayudan planificar el uso de los recursos por parte de los operadores como a los usuarios. Entre los beneficios podemos mencionar los siguientes:

- Programación optimizada de la llegada y salida de los medios de transportes (buses y trenes).
- Programación de horarios.
- Definición de oferta y demanda del servicio de transporte en horas punta.
- Envío de información a los operadores desde el centro de control ante eventualidades.
- Establecimientos de puntos de ventas de tickets.
- Planificador de viajes a través de un aplicativo web APP.

En la figura 3.5 se muestra la interconexión de los diferentes componentes de un sistema integrado de transporte, cuyo principal objetivo debe ser satisfacer las necesidades de transporte de los usuarios.

**Figura 3.5 Sistema Integrado de Transporte Público**



Fuente: Sistemas Integrados de Transporte – Daniel Schwarz

### 3.3.3 Ventajas y Desventajas de un SIT

La implementación de un sistema integrado de transporte puede traer consigo muchos beneficios para los usuarios, sin embargo, también ocasiona ciertas externalidades que debería considerarse en las etapas de planificación.

El contenido de las ventajas y desventajas de un sistema integrado de transporte se menciona en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7 Ventajas y desventajas de un Sistema Integrado de Transporte**

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Sistema Integrado de Transporte</b>	Facilidad para hacer transbordos a diferentes medios de transporte.	Contaminación ambiental si se usa buses GNV o Diésel.
	Rutas de transporte suficientes para distintos puntos de una ciudad.	Problemas con el tráfico, cuando se comparte las vías con otras unidades de transporte.
	Vías exclusivas para los medios de transporte	Debido al tráfico no se puede hacer una buena programación de las rutas.
	Construcción e instalación de infraestructura en gran escala y en menor tiempo.	Ocupación de grandes espacios para el almacenaje de los vehículos.
	Reducción de tiempos de viajes a los usuarios.	Poco espacio en las estaciones o paraderos.
	Baja siniestralidad.	No pueden tomar vías alternas
	Pueden tener tarifas integradas.	Mucha afluencia de usuarios.

Fuente: <https://document/358765862/Ventajas-y-Desventajas-de-Los-Distintos-Sistemas-de-Transporte-Publico-en-Colombia>

Elaboración: Autores de la tesis

En la realidad peruana el SIT es muy importante, debido al actual problema de congestión vehicular y los tiempos perdidos en dicho problema, se encuentra una solución con el SIT y poder llegar a tiempo a los diferentes destinos, así que esto debe ampliarse con otras rutas para masificar el transporte con rutas exclusivas y buses de nueva tecnología (eléctricos) para reducir la contaminación.

### 3.4. Externalidades

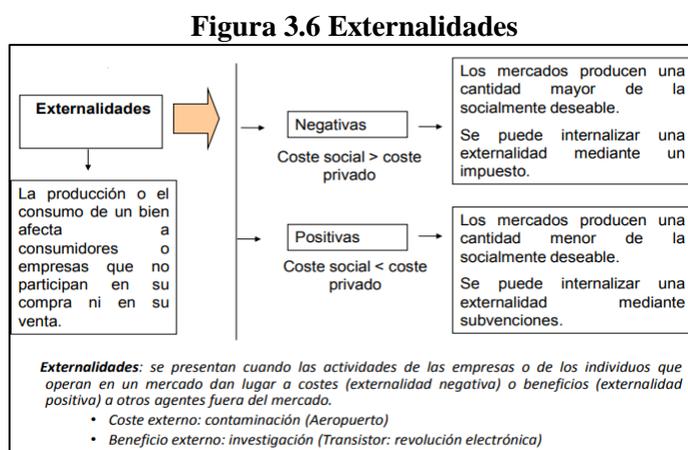
En esta sección se definirán conceptos focalizado económicamente para entender el proceso de investigación. Según el abogado y profesor Eduardo Quintana Sánchez señala: “La regulación busca corregir fallas del mercado como el monopolio natural, la asimetría de la información, los costos de transacción o las externalidades”.

#### 3.4.1 Definición de externalidades

Según Wagner, (2010) “Una externalidad son aquellos efectos secundarios no previstos en el crecimiento de una economía, que pueden ser positivos o negativos.”

Según el economista Ronald Coase, indicó que los mercados tienen problemas cuando se produce un bien, porque perjudica a terceros y estos perjuicios son llamados externalidades negativas.

Las externalidades negativas se mitigan con la intervención del Estado implementando normativas y políticas en el mercado. En la Figura 3.6 se detalla que es una externalidad y los tipos de impacto que puede tener las externalidades.



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

Es en base a la metodología descrita en el capítulo 2, que se buscará valorar las externalidades relacionadas al transporte urbano.

### ***3.4.2 Externalidades negativas en el transporte público***

**Accidentes de tránsito:** Según la economista Yolanda Fernández son tragedias humanas leves o mortales que ocurren en el sistema de transporte y estos están siendo mitigados por diversas formas en el ámbito normativo como, por ejemplo, limitación en la velocidad, prohibición de manejo en estado de embriaguez y normas de seguridad.

**Congestión vehicular:** Según el economista Arthur Pigou 1924, la congestión no es otra cosa que perder el tiempo y esto es provocado cuando se sobrepasa la capacidad del sistema de transporte, es decir, cuando los usuarios de transporte sobrepasan lo previsto. Esto provoca retrasos en pérdida económica y el consumo energético aumenta.

**Contaminación ambiental y Sonora:** Según la economista Yolanda Fernández, la contaminación ambiental del transporte a nivel local se debe los agentes primarios, al CO<sub>2</sub>, al plomo y a las partículas. A escala mundial la contaminación se manifiesta por acumulación de gases de efecto invernadero. En el “Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano” de la Unión Europea se habla de la contaminación sonora y esto considera el ruido como la forma de contaminación más urbana que afecta tanto a la salud como a la calidad de vida de los ciudadanos<sup>17</sup>. Según la OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental) de Perú, indica que la contaminación sonora es uno de los problemas más graves que pueden afectar a la población, ya que genera riesgo para la salud y bienestar general.

### ***3.4.3 Mediciones***

**Accidentes de tránsito:** De acuerdo con la Universidad de Piura, la frecuencia de los accidentes de tránsito (CF por sus siglas en inglés), se define como el número de accidentes por sitio o ubicación durante un período de tiempo específico. Si los CF observados se igualan o exceden un valor predeterminado, la ubicación se considera peligrosa. “La medida de la tasa de crecimiento (CR por sus siglas en inglés) se define

---

<sup>17</sup> [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=19087](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=19087)

como los accidentes por millón-vehículo-kilómetro (mvk) por sección y accidentes por millón-vehículo-registrados (mev por sus siglas en inglés) para intersecciones.”<sup>18</sup> En la figura 3.7 se puede revisar el detalle del ratio.

**Figura 3.7 Medida de Tasa de crecimiento de accidentes de tránsito**

Secciones	:	$CR = \frac{N * 10^6}{L * AADT * t * 365}$	(1)
Intersecciones	:	$CR = \frac{N * 10^6}{AADT * t * 365}$	(2)
Donde:			
N	=	Número de accidentes observados durante un periodo t,	
L	=	Longitud del segmento (km),	
AADT	=	Volumen de tránsito promedio diario anual	
t	=	Periodo de observación (años)	

Fuente: Universidad de Piura

“Por ejemplo, podría considerarse dos accidentes por año un valor bajo desde el punto de vista de la frecuencia, sin embargo, en un camino de bajo volumen de tránsito, este podría resultar en una tasa alta de accidentes. (Ejemplo. Para 1 km de sección y un periodo de 1 año, dos accidentes podrían resultar en un CR mayor que 2 si el volumen de tránsito es menor que 2700 veh/día).”<sup>19</sup>

**Congestión Vehicular:** Según un estudio de José Campos y Francesc Robuste de la Universidad UPC realizado en el año 2005, los parámetros para medir la congestión vehicular en una ciudad son la compacidad (es un espacio topológico compacto) y la población. Se infiere que las ciudades con similar compacidad, pero con menor población, tendrán menor índice de congestión que las que tienen mayor población. Ello significa que para las ciudades grandes no es suficiente la compacidad para tener un índice de congestión aceptable.

**Contaminación ambiental y sonora:** Para la contaminación ambiental se tiene diversos métodos para su medición, los cuales se detallan en la figura 3.8

<sup>18</sup> [http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/Seguridad\\_Vial.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/Seguridad_Vial.pdf)

<sup>19</sup> [http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/Seguridad\\_Vial.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/Seguridad_Vial.pdf)

**Figura 3.8 Métodos para medición de la contaminación ambiental**

Parámetro	Símbolo	Método de análisis
Partículas suspendidas totales	PST	Gravimétrico
Material particulado	PM10	Gravimétrico
Óxidos de azufre	SO <sub>x</sub>	Colorimétrico - Pararosanilina
Óxidos de nitrógeno	NO <sub>x</sub>	Colorimétrico – Arsenito de sodio
Monóxido de Carbono	CO	CFR T40 P60 Método 10
Hidrocarburos Totales	THC	Cromatografía de gases, FID
Ozono	O <sub>3</sub>	US EPA Método equivalente EQ0A-0880-04
Compuestos orgánicos volátiles	COV	Cromatografía de gases, FID

Fuente: Aeronáutica Civil de Colombia

Para medir los niveles de contaminación sonora se debe tener en cuenta que hay dos unidades de medida que se consideran según la frecuencia e intensidad, la frecuencia de tonos graves o bajas y agudos o altos se miden en hercios (HZ) y la intensidad en decibelios (dB). Existen dos aparatos para medir el ruido ambiental las cuales son el sonómetro y los calibradores.

### 3.4.4 Consecuencias

En la Tabla 3.8 se detallan las consecuencias de las externalidades.

**Tabla 3.8 Consecuencias de las externalidades**

Externalidades	Consecuencias
Accidentes <sup>20</sup>	Muertes Lesiones leves o graves de los transeúntes
Congestión Vehicular <sup>21</sup>	Estrés Mayor costo de transporte público
Contaminación Ambiental y Sonora <sup>22,23</sup>	Ambiental Enfermedades cancerígenas Daños materiales (suciedad) Pérdida auditiva Perturbación del sueño Irritabilidad Cansancio Efectos respiratorios Efecto negativo en la flora y fauna Sonora Interferencia en la comunicación Estrés Agresividad Dolor de cabeza

Elaboración: Autores de las tesis.

<sup>20</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS)

<sup>21</sup> Aurora Caruajulca. Diario Correo.

<sup>22</sup> <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/55.pdf>

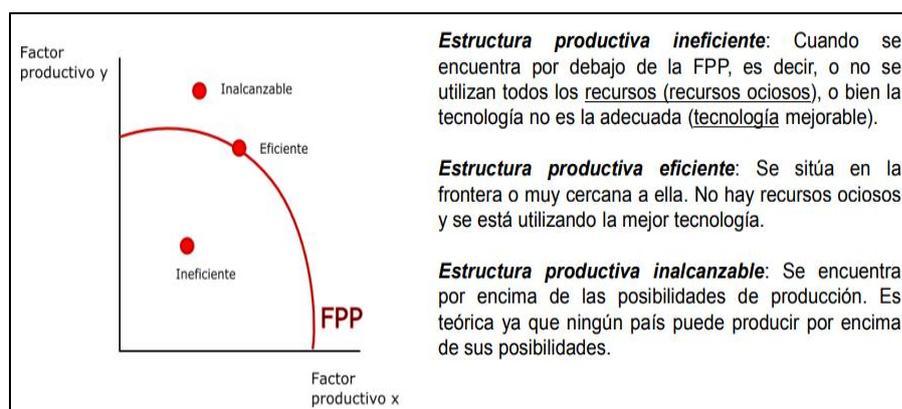
<sup>23</sup> <http://ecodes.org/noticias/efectos-de-la-contaminacion-acustica-sobre-la-salud#.WsfAzOSWxMs>

### 3.5 Fallas de Mercado

Las fallas de mercado son consecuencias negativas del funcionamiento del mercado cuando no es eficiente en la asignación de recursos disponibles.<sup>24</sup>

En la Figura 3.9 se muestra la producción con los recursos disponibles y los escenarios que se pueden presentar.

**Figura 3.9 Frontera de Posibilidades de Producción**



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

Los gobiernos son los entes reguladores y encargados de mitigar las consecuencias de las fallas de mercado tanto con inversión, leyes, planes de beneficio social, inclusión en tratados internacionales, subvenciones y distribución de recursos eficiente. En la figura 3.10 se explican los tipos de fallas de mercado.

Usualmente las consecuencias en las fallas de mercado son:

- Altos niveles de contaminación.
- Alto nivel de desempleo
- Alto nivel de pobreza

<sup>24</sup> <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448175476.pdf>

**Figura 3.10 Fallas de Mercado**

CASOS DE FALLAS DE MERCADO		
CONCEPTOS	FALLAS DE MERCADO	EJEMPLOS
Conductas estratégicas: (monopolios/oligopolios estratégicos).	<b>COMPETENCIA IMPERFECTA</b>	Criadores de truchas de menor escala, se encuentran lejos de los mercados y carecen de equipos y transferencia tecnológica para llegar al mercado consumidor.
Cuando la producción o el consumo de un bien afecta directamente a los consumidores o empresas que no participan en su compra ni en su venta, y cuando esos efectos no se reflejan totalmente en los precios de mercado.	<b>EXTERNALIDADES</b>	Si una empresa productora de aceite, vierte residuos a un río, del que dependen los pescadores para sus capturas diarias. Cuanto más residuos se vierta, menos podrán los pescadores capturar peces.
Situación en la que un comprador y un vendedor tienen información diferente sobre una misma transacción, llevando a una situación de discriminación de precios, perjudicial para el consumidor ya que puede estar pagando más por el mismo producto que los demás.	<b>INFORMACION ASIMETRICA</b>	Esta información asimétrica conduce a la economía de mercado a un resultado ineficiente: → mayores avales exigidos y condiciones más duras → racionamiento de crédito.
Existen algunos bienes que, o no son suministrados por el mercado o, si lo son, la cantidad suministrada es insuficiente.	<b>BIENES PUBLICOS</b>	Este hecho, justifica la intervención del estado (limpieza de playas, señalización de vías públicas, construcción de carreteras, etc.)  El hecho de no contar con el suministro de bienes públicos, tales como: carreteras, servicios básicos, entre otros, limita el desarrollo de las Pymes, agentes económicos.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

En el Perú como en varias partes del mundo la falla de mercado principal para los buses eléctricos está en la falta de infraestructura de puntos de recarga, hoy en día al Perú solo han llegado vehículos eléctricos para exhibición. El gobierno tendría que invertir en las estaciones de recarga.

Un punto no menos importante es la falta de homologación de las regulaciones para los vehículos eléctricos en el Perú, si bien, ya se han tenido indicios que se formará un equipo para lograr esta norma regulatoria, esta se iniciará en el año 2019. Una vez que contemos con esta homologación las compañías de vehículos podrán comercializar los vehículos eléctricos<sup>25</sup>.

Debe anotarse que los buses eléctricos van ganando terreno alrededor del mundo, ya que se ha demostrado que con su uso se reduce significativamente el impacto ambiental producido por la actual tecnología dominante. Aunque el mercado presenta otras fallas como el alto precio de los buses, debido a su alta tecnología en sus componentes tales como baterías; se espera que para el año 2025 el precio de estos vehículos sea similar al de los de combustión a gasolina<sup>26</sup>. El mercado, paulatinamente también corregirá el aún existente impacto ambiental que produce generar

<sup>25</sup> Fuente: <http://canaln.pe/actualidad/autos-electricos-gobierno-prepara-bono-comprar-este-tipo-vehiculos-n312976>

<sup>26</sup> Idem.

electricidad. Aunque la generación de energía eléctrica es muchísima menos dañina, se espera seguir minimizando dicho efecto. El mercado creciente impulsará dicho avance.<sup>27</sup>

Sólo con estas iniciativas por parte del Estado, sería viable y rentable la importación y comercialización de estos nuevos vehículos.

### **3.6 Acuerdos Internacionales**

Según el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, un acuerdo involucra a dos o más partes para en conjunto lograr beneficios para todas las partes involucradas, pero para ello todos deben cooperar y construir una relación positiva entre las partes.

Similarmente, un acuerdo marco es una especie de acuerdo general que puede servir de marco para acuerdos posteriores. Estos acuerdos marco poseen un sentido específico que permite a los Estados progresar en su relación conjunta.<sup>28</sup>

Finalmente, según la Convención de Viena sobre Tratados de 1969, se define al tratado a un acuerdo internacional entre estados o entre un estado y una organización internacional o entre varias organizaciones.

Con los acuerdos internacionales los gobiernos del mundo buscan un objetivo en común, el cuidado del medio ambiente, porque es un problema que compromete a todo el planeta Tierra y con estos acuerdos se busca determinar políticas y compromisos entre los gobiernos para reducir sus niveles de contaminación.

Los principales acuerdos que involucran al cuidado del medio ambiente incluyen:

- Acuerdo de Kioto
- Acuerdo de París.
- Acuerdo de Montreal

En el Anexo II se brinda mayor detalle de estos acuerdos.

---

<sup>27</sup> Idem.

<sup>28</sup> Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

### **Conclusiones del capítulo:**

- Existen tres principales tipos de buses (Diésel, GNV y eléctrico) y a su vez se identifica que el bus diésel es el más usado, debido a su bajo costo de adquisición.
- El bus eléctrico presenta numerosas ventajas contra los otros tipos de buses en cuanto a costos operativos.
- El Sistema Integral de Transporte abarca todo el transporte urbano, incluyendo el tren y metropolitano, y debido a su integración se puede lograr reducir los costos, en consecuencia, las tarifas son más bajas.
- Los tratados internacionales son mecanismos de ayuda para incentivar la reducción de gases invernadero, y en nuestra investigación se propone el mejoramiento en la tecnología de transporte como es el uso de buses eléctricos.

#### **4. CAPITULO IV. MARCO CONTEXTUAL**

En el presente capítulo se desarrollará un diagnóstico de la situación actual del mercado de transporte público de Lima, se determinará el número de unidades o buses que actualmente circulan en Lima para transporte público y las entidades gubernamentales que regulan este servicio.

Se revisarán las modalidades de transporte que se usan en Lima Metropolitana y el Callao, presentando indicadores, informes estadísticos, cifras y el marco normativo con incidencia en su desarrollo. Así mismo se definirá las externalidades que se presentan como consecuencia del uso de transporte público en las condiciones actuales. Se describirá los diferentes acuerdos internacionales que muchos países han suscrito con la finalidad de reducir gradualmente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Posteriormente se mencionará las iniciativas que se están dando para la implementación de buses eléctricos en el Sistema de Transportes de Lima y Callao.

Este mercado se viene consolidando en los últimos años a nivel internacional y el Perú no puede ser ajeno a este desarrollo por lo que deberá recoger estas iniciativas e implantarlas dentro de un corto y mediano plazo, así poder cumplir en gran medida con los compromisos asumidos en la reunión del COP 20 realizado en Lima en el año 2016.

En el Perú, según Decreto Supremo N°010-2017-MINAM, en general todos los vehículos deben contar con tecnología “Euro IV”, “Tier II” y “EPA 2007” a partir del 01 de abril del 2018.

##### **4.1. Situación actual del mercado de transporte público de Lima**

Uno de los problemas más visibles de Lima es el tráfico vehicular. Muchas avenidas se encuentran colapsadas lo que se ha convertido en una estampa habitual en esta metrópolis, generando contaminación, accidentes de tránsito, inseguridad y pérdida de tiempo.

En la actualidad el servicio de transporte público de Lima ha tenido algunos avances para mejorar la calidad del servicio con la puesta en operación principalmente del corredor Metropolitano, los corredores complementarios y la línea 1 del tren eléctrico. Sin embargo, aún existen deficiencias en la oferta de estos medios de transporte en horas punta cuando los usuarios tienen una mayor afluencia.

A pesar de estos avances no se ha logrado tener un buen sistema integrado del transporte. El crecimiento urbano de la ciudad de Lima y la falta de una planificación adecuada en el transporte son los principales problemas que las autoridades deberían atender para implementar una infraestructura adecuada que soporte la prestación de este servicio a través de un buen sistema integrado.

### **Modalidades de Transporte Urbano en Lima**

En Lima Metropolitana y el Callao existen diversas modalidades de transporte que permiten a los usuarios hacer uso según sus necesidades. A continuación, se presenta las principales modalidades de transporte que se usan en Lima:

#### **Corredor Metropolitano**

El corredor Metropolitano corresponde a los *buses* más rápidos de Lima. Cada ómnibus recorre una ruta troncal, conectando Lima sur con Lima norte, recorriendo 16 distritos de la ciudad desde Chorrillos hasta Comas.

Hay dos tipos de servicios del corredor Metropolitano, los regulares y expresos. La diferencia en estos tipos de servicios está ligada a la cantidad de paradas que realizan en las estaciones instaladas a lo largo de todo la vía troncal. Para poder ingresar al autobús se debe adquirir una tarjeta en cualquiera de las estaciones. Son autobuses confortables y espaciosos. Los buses de este corredor brindan facilidades al adulto mayor, mujeres en gestación y a personas en sillas de ruedas. Son seguros y ordenados al momento de entrar y salir. En la Figura 4.1 se muestra la imagen de un bus articulado perteneciente al Metropolitano.

**Figura 4.1 Buses del Metropolitano**



Fuente: [www.metropolitano.com.pe](http://www.metropolitano.com.pe)

## **Tren Eléctrico**

Corresponde a la Línea 1 del Metro de Lima; presta servicios de transporte en el sector este de la ciudad de Lima. Entró en operación el 11 de julio de 2011 y su operación comercial inició el 5 de abril de 2012. Actualmente la Línea 1 es administrada por la AATE (Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico) y su operación comercial está a cargo de las empresas Graña y Montero y Ferrovías.<sup>29</sup>

La Línea 1 tiene un recorrido de la ciudad en sentido sur a noreste, conectando once distritos en un trayecto a nivel de superficie en la zona sur y en viaducto elevado en la zona centro-este y noreste de la ciudad. Tiene una extensión de 34 km y cuenta con 26 estaciones. El tiempo que tarda en su recorrido completo desde la estación terminal sur Villa el Salvador hasta la estación terminal norte Bayovar en el distrito de San Juan de Lurigancho abarca los 54 minutos de viaje.<sup>30</sup> En la Figura 4.2 se muestra el Tren Eléctrico que actualmente atiende a miles de usuarios.

**Figura 4.2 Tren Eléctrico en Lima**



Fuente: Línea Uno

<sup>29</sup> <http://www.lineauno.pe/quienes-somos>

<sup>30</sup> <http://www.lineauno.pe/horarios/lunes-viernes>

## **Microbuses**

Son los transportes públicos por excelencia. En Lima existen muchas empresas de transporte que recorren casi toda la ciudad. Son los transportes centrales, van de paradero en paradero dejando pasajeros. Recorren rutas muy largas y llegan casi a todas partes de Lima.

Actualmente existen 399 rutas autorizadas en Lima y 162 rutas en el Callao. Estas rutas son autorizadas por las Municipalidades a las empresas de transporte que hayan cumplido con las exigencias y normativas dictadas en este sector.

No hay mucha seguridad y no son confortables. Por ser transportes económicos, siempre tienen una gran demanda, aunque el servicio no es seguro.

## **Combis**

Son vehículos de transporte urbano de menor capacidad que cubren rutas cortas y circulan en las periferias de la ciudad. Hay que precisar que en Lima Metropolitana se estima que estas camionetas rurales tipo combi representan el 35% de los vehículos del transporte público, y en su mayoría son causantes de accidentes de tránsito.

A partir del año 2015 la Municipalidad de Lima a través de implementación de la Ordenanza 1876 que regula el Sistema de Rutas en Lima Metropolitana, 5 mil 614 vehículos de transporte fueron dados de baja y ya no cuentan con autorización para brindar dicho servicio, la operación de estas unidades está siendo fiscalizado por la Gerencia de Transporte Urbano (GTU) para hacer cumplir esta disposición.

En muchos casos, la gran cantidad de estos vehículos son los causantes del tráfico en las vías por donde circulan, causando pérdidas de horas/hombre y malestar en los usuarios.

Actualmente, existen 38.118 unidades de transporte público de las cuales 10.962 son custers, 11.281 combis y 15,875 otros tipos de vehículos.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> <http://www.luzambar.pe/actualidad/677-la-pesadilla-de-viajar-en-combi-en-lima-peru.html>

Generalmente los micros y las combis circulan completamente llenos en horas punta, los pasajeros viajan parados toda la ruta y son recogidos incluso en paraderos no autorizados. En cuanto a la seguridad, los pasajeros están expuestos al robo de sus pertenencias tanto en los paraderos señalizados como en el mismo vehículo.

Según un estudio del MTC (Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao: Propuesta Conceptual) el subsistema de transporte “rutas de transporte público en autobús bajo autorización” cubre el 50% de los viajes que se realizan en Lima y Callao; mediante combis, micros y buses se transporta más de 9 millones de viajes por día en 38,000 unidades o vehículos<sup>32</sup>. Por otro lado, según Protransportes, el metropolitano realiza 700 mil viajes diarios y los corredores realizan 900 mil de viajes diarios.

Según CPI (Empresa peruana de estudios de mercado y opinión pública), indica que el 82% del transporte se efectúa en transporte público, el 24.3% en taxis, el 14.7% en movilidad propia y el 5% en otros<sup>33</sup>.

Según datos de la misma entidad consultora, los trabajadores y estudiantes de Lima Metropolitana que usan el transporte público; el 89.2% se viaja en bus o combis, el 12.2% en mototaxi, el 10.5% en el Metropolitano, el 10.5% en tren (Metro de Lima), el 6.9% en corredores viales y el 5.3% en colectivos informales.

En la Tabla 4.1 se muestra la cantidad de unidades de transporte público que circulan en las diferentes rutas autorizadas entre Lima y Callao.

**Tabla 4.1 Subsistema de transporte de Lima y Callao**

Ubicación	Rutas autorizadas	Unidades o buses
Lima	399	28,000
Callao	162	10,000
<b>Total</b>	<b>561</b>	<b>38,000</b>

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

<sup>32</sup><https://www.mtc.gob.pe/estadisticas/Autoridad%20de%20Transporte%20Urbano%20para%20Lima%20y%20Callao-144dpi.pdf>

<sup>33</sup>[http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/transporte\\_taxi\\_201611.pdf](http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/transporte_taxi_201611.pdf)

## 4.2. Entidades Gubernamentales y Reguladores del transporte público de Lima

En el sistema de transporte en Lima existen diferentes entidades gubernamentales que participan en la gestión del sistema de transporte urbano; otorgando licencias, licitaciones, regulaciones y controles.

En la Tabla 4.2 se identifica cada una de las entidades reguladoras y se describen sus principales competencias en la regulación y control del transporte público en Lima. La entidad que tiene la participación más importante es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, porque son los responsables de las políticas y beneficios para incentivar la adquisición de buses eléctricos.

**Tabla 4.2 Entidades**

<b>Entidades</b>	<b>Competencias</b>
OSITRAN	Es el organismo supervisor de la inversión en Infraestructura de transporte de uso público creado en 1998. Tiene como funciones generales supervisar, regular, normar, fiscalizar y sancionar respecto de actividades que involucran la explotación de la infraestructura de transporte.
Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Lima (AATE)	Es la entidad encargada de planificar, coordinar, supervisar, controlar y ejecutar la puesta en operaciones de un sistema de transporte eléctrico masivo y eficaz en el área metropolitana de Lima y Callao.
PROTRANSPORTE	Es el Instituto Metropolitano Protransporte de Lima, encargada de la ejecución del Metropolitano y los corredores. Incluye sus licitaciones.
Municipalidad de Lima – Gerencia de Transporte Urbano (GTU)	Es la entidad encargada de planificar, regular y gestionar el tránsito urbano de pasajeros, otorgando las concesiones, autorizaciones y permisos de operación para la prestación de las distintas modalidades de servicios públicos de transporte de pasajeros en Lima.
Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC)	Es un órgano del Poder Ejecutivo, responsable del desarrollo de los sistemas de transporte, la infraestructura de las comunicaciones y telecomunicaciones del país. Su labor es permitir la integración nacional, regional e internacional, la facilitación del comercio, la reducción de la pobreza y el bienestar del ciudadano.

Fuente: <http://www.munlima.gob.pe/gerencia-de-transporte-urbano>

Elaboración: Autores de la tesis

## 4.3. Marco Normativo y Tributario del transporte urbano

El listado de normas y leyes que afectan al sistema de transporte urbano es muy amplio, ya que son muchos los participantes en este sector. No obstante, un punto de

partida es la Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, siendo el Ministerio de Transportes y Comunicaciones el ente responsable.

En función a las leyes generales establecidas por la constitución del país y las normas establecidas por los municipios, se desprenden normas u ordenanzas específicas y complementarias. En el caso de Lima Metropolitana en el año 2002, se creó el “Proyecto Especial de Preparación del Plan de Inversiones para el transporte Metropolitano de Lima” (Protransporte de Lima), el cual tiene autonomía económica y administrativa. Asimismo, se estableció el Comité de Transporte Metropolitano de Lima (Transmet) el cual buscada integrar a las entidades y organismos con injerencia y que ejercen funciones relacionadas con el transporte, tránsito y viabilidad urbana en diversos niveles.<sup>34</sup>

#### **4.3.1. Aspectos normativos**

En las tablas 4.3 y 4.4 se indican las principales normas específica y complementaria para el transporte urbano de Lima Metropolitana.

**Tabla 4.3 Normatividad Específica**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
Ordenanza N°1778	Gestión Metropolitana de Residuos Sólidos Municipales.
Ordenanza N°732	Creación de PROTRANSPORTE.
Ordenanza N°873	Aprueba el Reglamento de Operación del Sistema de Corredores.
Ordenanza N°682	Norma que declara la intangibilidad y reserva de las áreas destinadas al Programa de Transporte Urbano de Lima.
Ordenanza N°954	Establecen lineamientos de Política Municipal de Transporte Público para el Área Metropolitana.

Fuente: Protransporte.

Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 4.4 Normatividad Complementaria**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
Ley N°27293	Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública.
Decreto Supremo N° 102-2007-EF	Reglamento del Sistema Nacional de Inversión Pública.

<sup>34</sup> <http://www.protransporte.gob.pe/index.php/protransporte/marco-legal>

Ley N°28059	Ley Marco de Promoción de la Inversión Descentralizada.
Decreto Supremo N° 060-96-PCM	Reglamento del Texto Único Ordenado de las normas con rango de Ley que regulan la entrega de concesión al Sector Privado de las obras públicas de infraestructura y de servicios públicos
Ordenanza N°867	Reglamento para la Promoción de la Inversión Privada en Lima Metropolitana.
Decreto Supremo N° 146-2008-EF	Reglamento del Decreto Legislativo N° 1012 que aprueba la ley marco de asociaciones público-privadas para la generación del empleo productivo y dicta normas para la agilización de los procesos de promoción de la Inversión Privada.
Decreto Supremo N° 0033-2001-MTC	Reglamento Nacional de Tránsito.
Decreto Supremo N° 0058-2003-MTC	Reglamento Nacional de Vehículos.

Fuente: Protransporte

#### 4.3.2. Aspectos tributarios

De la experiencia internacional, los países que vienen implementando los vehículos eléctricos han estado acompañados de incentivos tributarios como deducciones al impuesto a la renta o créditos fiscales para promocionar las importaciones de vehículos eléctricos. Los incentivos fiscales estarían en 3 tipos de tributos específicamente:

- a) ***El Impuesto a la Propiedad Vehicular.*** - Según el Decreto Legislativo N° 776 se aprobó la Ley de Tributación Municipal, la misma que en el Capítulo III del Título II de la citada norma se creó dicho impuesto. Este impuesto grava con el 1% a la propiedad de los vehículos automóviles, camionetas, station wagons, fabricados en el país o importados, con una antigüedad no mayor de 3 años.
- b) ***Impuesto Selectivo al Consumo (ISC).*** - Según la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo, aprobado por Decreto Supremo N°055-99-EF, se establece en el Nuevo Apéndice IV la tasa aplicable a los vehículos automotores con el impuesto selectivo al consumo es del 10%. La exoneración de este impuesto a los vehículos eléctricos incentivaría la importación y/o consumo. En la Figura 4.3 se detalla las partidas arancelarias que afectan a la tasa de 10%.

**Figura 4.3 Apéndice IV de la Ley del IGV e ISC**

- PRODUCTOS AFECTOS A LA TASA DEL 10%	
PARTIDAS ARANCELARIAS	PRODUCTOS
8703.10.00.00 8703.31.10.00/ 8703.90.00.90	Sólo: vehículos automóviles nuevos ensamblados proyectados principalmente para el transporte de personas.
8704.21.10.10- 8704.31.10.10	Camionetas pick up nuevas ensambladas de cabina simple o doble.
8704.21.10.90- 8704.21.90.00	Sólo: chasis cabinados nuevos de camionetas pick up
8704.31.10.90- 8704.31.90.00	Sólo: chasis cabinados nuevos de camionetas pick up

Fuente: Sunat

- c) **Impuesto General a las Ventas (IGV).** - De igual manera la Ley del Impuesto General a las Ventas e Impuesto Selectivo al Consumo, aprobado por Decreto Supremo N°055-99-EF, en su artículo 1° señala que se encuentran gravadas las operaciones de venta de bienes e importación de bienes muebles (vehículos automotores) con el impuesto general a las ventas con la tasa del 18%. La exoneración de este impuesto a los vehículos eléctricos incentivaría la importación y/o consumo. Tomando en cuenta que las exoneraciones se encuentran dentro de las facultades del Poder Ejecutivo y son de carácter temporal. Además, se debe precisar que el servicio de transporte está exento del Impuesto General a las Ventas.
- d) **Arancel Ad Valorem.** - Dentro de los aranceles que se pagan a la SUNAT en las importaciones de bienes son básicamente el Impuesto General a las Ventas, el Impuesto Selectivo al Consumo y el Ad Valorem.

El Ad Valorem es el arancel que se encuentra regulado por el Decreto Supremo N° 342-2016-EF “Arancel de Aduanas”, gravándose a los vehículos de transporte de pasajeros con la tasa del 6%.

En la Figura 4.4 se presenta las diferentes partidas arancelarias que gravan la importación de vehículos.

**Figura 4.4 Arancel de Aduanas 2017 (DS N°342-2016-EF)**

Código	Designación de la Mercancía	AV
8703.24.90	- - - Los demás:	
8703.24.90.10	- - - - Coches ambulancias, celulares y mortuorios	6
8703.24.90.20	- - - - Los demás ensamblados	6
8703.24.90.90	- - - - Los demás	6
	- Los demás vehículos, únicamente con motor de émbolo (pistón), de encendido por compresión (diésel o semi-diésel):	
8703.31	- - De cilindrada inferior o igual a 1.500 cm <sup>3</sup> :	
8703.31.10.00	- - - Con tracción en las cuatro ruedas	6
8703.31.90	- - - Los demás:	
8703.31.90.10	- - - - Coches ambulancias, celulares y mortuorios	6
8703.31.90.20	- - - - Los demás ensamblados	6
8703.31.90.90	- - - - Los demás	6
8703.32	- - De cilindrada superior a 1.500 cm <sup>3</sup> pero inferior o igual a 2.500 cm <sup>3</sup> :	
8703.32.10.00	- - - Con tracción en las cuatro ruedas	6
8703.32.90	- - - Los demás:	
8703.32.90.10	- - - - Coches ambulancias, celulares y mortuorios	6
8703.32.90.20	- - - - Los demás ensamblados	6
8703.32.90.90	- - - - Los demás	6

Fuente: Sunat

La característica de temporalidad de las exoneraciones en los tributos justamente sirve para generar incentivos o dinamizar ciertos sectores de la economía, como es nuestro caso.

#### **4.4. Externalidades en el sistema de transporte urbano**

##### **4.4.1 Accidentes de tránsito**

En el año 2016 se registraron más de 52 mil accidentes de tránsito entre Lima Metropolitana y Callao lo que equivale a aproximadamente 140 accidentes de tránsito al día. El 59% de estos accidentes son relacionados a excesos de velocidad e imprudencia del conductor.<sup>35</sup> En la figura 4.5 se indica la cantidad de accidentes de tránsito en Lima y Callao en razón al total de vehículos en Lima.

<sup>35</sup> <https://elcomercio.pe/lima/accidentes/hora-registran-seis-accidentes-transito-lima-callao-noticia-466607>

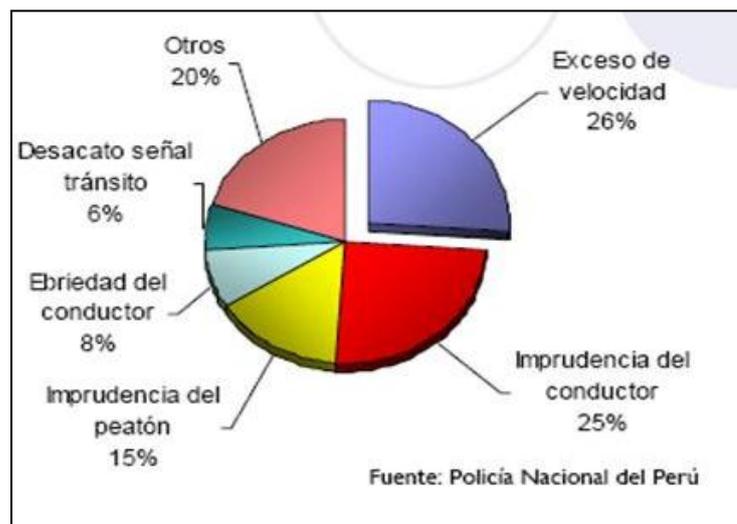
**Figura 4.5 Accidentes de tránsito Lima metropolitana y Callao**



Fuente: Diario el Comercio

Pacifico Seguros en uno de sus estudios sobre los accidentes de tránsito en Lima Metropolitana, llega a la conclusión que la causa más resaltante es el manejo agresivo de los conductores, está actitud a su vez genera caos y congestión vehicular. En la Figura 4.6 se identifica las causas de los accidentes de tránsito.

**Figura 4.6 Causas de Accidentes de tránsito**



Fuente: Policía Nacional del Perú

#### 4.4.2 Congestión vehicular

Según el estudio “Tráfico y Tendencias de Movilidad Urbana 2017” elaborado por la Escuela de Postgrado de la Universidad del Pacífico (UP) y la agencia Marketwin, revela que en Lima Metropolitana la congestión vehicular genera un tiempo promedio de viajes entre 2 a 3 horas diarias por persona. La investigación también arroja que solo 11.6% de los encuestados se desplaza en el Metropolitano y 2.6% utiliza el Tren Eléctrico de Lima.

Así mismo se indica que los limeños que se movilizan gastan a la semana aproximadamente S/.50 en desplazarse, estando dividido este importe en S/.38 de lunes a viernes y S/12 los sábados y domingos. Los limeños que se movilizan en transporte particular (16,5%) gastan a la semana aproximadamente S/. 238 en desplazarse.<sup>36</sup>

En la figura 4.7 se muestra los gastos promedios que las personas realizan según los tipos de movilidad que usan para desplazarse. Se logra identificar que el servicio de transporte más económico es el transporte público de buses y el mayor gasto se realiza cuando se tiene su propio auto.

**Figura 4.7 Gasto promedio semanal en transporte en Lima**



	GASTO SEMANAL
CARRO*	S/. 238
MOTOTAXI*	S/. 66
TAXI	S/. 57
MOTO*	S/. 55
METROPOLITANO	S/. 39
BUS/COMBI	S/. 30

Fuente: Tráfico y Tendencias de Movilidad Urbana 2017

<sup>36</sup> <http://andina.pe/agencia/noticia-cuanto-dinero-y-tiempo-se-pierden-movilizar-se-entre-trafico-lima-679081.aspx>

En cuanto al impacto en la salud de los limeños, en la Figura 4.8 se muestra el resultado de la encuesta realizada en el estudio antes referido; Más del 70% de los encuestados indicaron que el tráfico en el transporte les afecta significativamente la salud, generándoles estrés.

**Figura 4.8 Impacto del Trafico de Lima en la salud**



Fuente: Tráfico y Tendencias de Movilidad Urbana 2017

El diario Publimetro, 02 de julio del año 2018. Señala que el nivel de infraestructura y cantidad del parque automotor no es la razón de la congestión vehicular. Pone de Ejemplo la ciudad de Madrid la cual no genera el caos de Lima Metropolitana la que tiene una extensión mucho menor y un mayor parque automotor el cual alberga el doble que Lima (4.4 MM Madrid vs 2.6 MM Perú), Ecuador (1.9 MM) y el caos vehicular es menor. En Figura 4.9 se muestra las acciones que ocasionan el caos vehicular en Lima. La principal causa del caos vehicular es la aptitud de los conductores al manejar los vehículos, estos lo hacen de manera agresiva, asumiendo que los demás conductores son competidores al volante.

### **Figura 4.9 Cinco acciones que provocan el caos vehicular**

1. **ACTITUD AGRESIVA DE MANEJO.**- Es la principal causa de accidentes vehiculares, que provocan tráfico, y de caos vehicular. Es una idea muy enraizada en la sociedad peruana de ver las vías como una guerra y a los demás conductores como enemigos.
2. **CAMBIOS BRUSCOS DE CARRIL.**- Característica nata del manejo agresivo y la forma más efectiva de generar congestión vehicular (sin considerar las altas probabilidades de choque) porque detiene en simultáneo dos carriles: en el que se está transitando y al carril contiguo, ingresando de manera temeraria lo que provoca frenadas bruscas en los otros vehículos. Por el contrario, mantenerse en el carril y solo cambiar de carril cuando sea estrictamente necesario reducirá considerablemente la congestión vehicular.
3. **NO CEDER EL PASO.**- Otra característica del manejo agresivo. Pensar que las vías son una zona de guerra implica que nadie puede “invadir mi carril” y que todos son mis enemigos que no debo dejar pasar. Lógica que provoca tráfico porque obstruye en lugar de dejar fluir (no dejar que doblen en una calle, obstruir cruces de vías, etc.) y fomenta la agresividad.
4. **DESACELERAR BRUSCAMENTE.**- Relacionado con el punto anterior, manejar agresivamente implica no dejar pasar a ningún auto y para ello es necesario acelerar y desacelerar de manera constante para evitar que algún auto “ingrese a nuestro carril”. Esta acción provoca (además de una alta probabilidad de provocar un accidente vehicular) frenadas intempestivas, repentinas y de golpe, lo que atenta con el fluido constante de vehículos en las vías.

Fuente: Diario el Publimetro.

Por lo expuesto podemos concluir que la congestión vehicular afecta tanto a los automovilistas como a los usuarios del transporte público, acarreado perdidas de eficiencia económica y otros efectos negativos para la sociedad.

#### ***4.4.3 Contaminación ambiental y sonora***

El mundo viene sufriendo un deterioro medioambiental a causa de la contaminación que genera el hombre. Las zonas más críticas son los centros urbanos, las zonas industriales y las zonas rurales cerca a los proyectos mineros o proyectos extractivos.

En Lima Metropolitana la contaminación ambiental producida por el parque automotor se ha convertido en uno de los problemas que más afecta a los ciudadanos dado que el aire que se respira presenta compuestos pesados como el plomo, dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, sustancias cancerígenas entre otros.

Los combustibles con los que funcionan los vehículos como la nafta, la gasolina, el gasóleo permiten la proliferación de monóxido de carbono, hidrocarburos sin quemar y óxido nitroso, estos son muy contaminantes.

Según lo indicado por Eric Concepción Gamarra, ex Responsable del Área de Gestión de la Calidad del Aire, Emisiones Atmosféricas y Ruido del Ministerio del Ambiente, el aire que respiramos no es el más puro del mundo y gran parte de la contaminación ambiental se debe al parque vehicular y a la calidad de los combustibles que usan; es así como indica que el 70% de la contaminación obedece a estos dos factores.

Así mismo indico que los factores más importantes en la contaminación son que el 50% del parque vehicular posee 15 o más años de antigüedad y la baja calidad de los combustibles utilizados.

“El gasohol contiene azufre, benceno, aromáticos y aditivos como el manganeso que son una fuente muy potente de contaminación que no está siendo regulada adecuadamente”<sup>37</sup>, precisó el experto.

La Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao (AATE), reveló que un tren eléctrico seis vagones traslada 1,200 personas y solo emite cuatro gramos de gases de efecto invernadero, mientras que para transportar la misma cantidad de personas para el mismo recorrido se necesitan 25 buses que emiten 600 veces más de estos gases. Esto refleja la importancia del sistema eléctrico de transporte para la reducción de la contaminación.

El dióxido de carbono que genera el parque automotor es un gran contaminante por el alto contenido de azufre que tiene el diésel y afecta la salud, sobre todo en las vías respiratorias. Knudsen agregó que el CO2 se produce principalmente por el uso de carbón, petróleo, diésel, así como por los derivados del gas.

Ante ello, el Tren eléctrico de Lima y Callao se convierte en una alternativa de transporte limpio que, por su mínimo nivel contaminante, colocará al Perú como el segundo país del mundo, después de India, en certificar bonos de carbono.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> <https://peru21.pe/peru/parque-vehicular-combustibles-son-grandes-responsables-contaminacion-senala-experto-380009>

<sup>38</sup> <https://gestion.pe/economia/buses-tren-electrico-contaminan-registra-mayor-numero-accidentes-128977>

El especialista en Intermodalidad de Transporte de la Unidad de Gerencia de Desarrollo del Metro de Lima y Callao, Poul Knudsen, dijo que las emisiones de contaminantes nacionales en el sector transporte representan el 15%, mientras que en la industria es del 4%. Debido a ello, destacó la importancia de que el Perú podrá certificar reducción de emisiones, en el mercado internacional.

En ese sentido, Knudsen resaltó que con la operación de la Línea 1 se vienen reduciendo 44 mil toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) cada año y medio; y con la Línea 2, obra en la que ya se viene trabajando, la disminución de gases se estima alcanzará las 200 mil toneladas de CO<sub>2</sub> cada año, los cuales dejarán de emitirse a la atmósfera.

Adicionalmente es necesario anotar que el corredor Metropolitano es el único sistema en Latinoamérica que cuenta con una flota de buses que utilizan 100% gas natural.

Gracias al uso del gas, el Metropolitano ha dejado de emitir al ambiente 70.132 toneladas de CO<sub>2</sub>. Cada mañana abastece a más de 450 buses del Metropolitano y se asegura de reducir en 90% la emisión de gases en comparación al transporte tradicional.<sup>39</sup>

El 30 de noviembre del 2017 el Ministerio del Ambiente (MINAM), con refrendo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobó mediante Decreto Supremo N° 010- 2017-MINAM los Límites Máximos Permisibles (LMP) de emisiones atmosféricas para vehículos automotores, medida que permitirá reducir las emisiones de contaminantes contribuyendo así a mejorar la calidad del aire que respiramos.

Esta nueva regulación será aplicable a los vehículos nuevos y usados que serán incorporados en el parque automotor, así como a los vehículos que ya se encuentran en circulación dentro del Sistema Nacional de Transporte Terrestre.

---

<sup>39</sup> <https://gestion.pe/economia/buses-tren-electrico-contaminan-registra-mayor-numero-accidentes-128977>

Con la incorporación al parque automotor de vehículos nuevos con tecnología Euro IV o equivalentes, las emisiones de óxidos de nitrógeno se reducirán hasta en un 35% y la de material particulado (PM<sub>2,5</sub>) hasta un 70%.

En cuanto a la contaminación sonora, una investigación sobre el impacto de la contaminación acústica en la salud pública realizada por la Doctora en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Guisela Yábar Torres, determinó que la fuente principal generadora de ruido es el tráfico vehicular, dejando en segundo plano a las industrias, empresas y construcciones como causales también de exceso de sonido.

Este problema ambiental produce efectos que perjudican la calidad de vida en las personas como la pérdida paulatina de la audición, así como otras enfermedades ligadas a problemas gastrointestinales, trastorno del sueño, estrés, depresión, fatiga, irritabilidad, elevación del colesterol y la azúcar, entre otros males.

La contaminación sonora producidos principalmente por el rugir de los motores, las bocinas de los autos, el silbato de los policías, el smog y la música estridente alcanzan un rango entre 80 y 120 decibeles en algunas zonas del Cercado de Lima o del Callao, estos niveles se encuentran muy por encima de los 55 decibeles que recomienda no superar durante el día la Organización Mundial de la Salud (OMS).<sup>40</sup>

En el Perú se viene ejecutando una serie de medidas para mitigar este impacto medioambiental dentro del Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA Perú 2011-2021), en el marco de políticas de Estado del Acuerdo Nacional.

El Ministerio del Ambiente (MINAM), es el ente rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental es el encargado de realizar los esfuerzos y generar compromisos a las entidades del sector público y privado. En el ámbito estatal el MINAM, el OEFA, el Tribunal de Fiscalización Ambiental y las autoridades ambientales sectoriales, cumplen diversos roles orientados a garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Conozcamos un poco más sobre cada una de estas entidades.

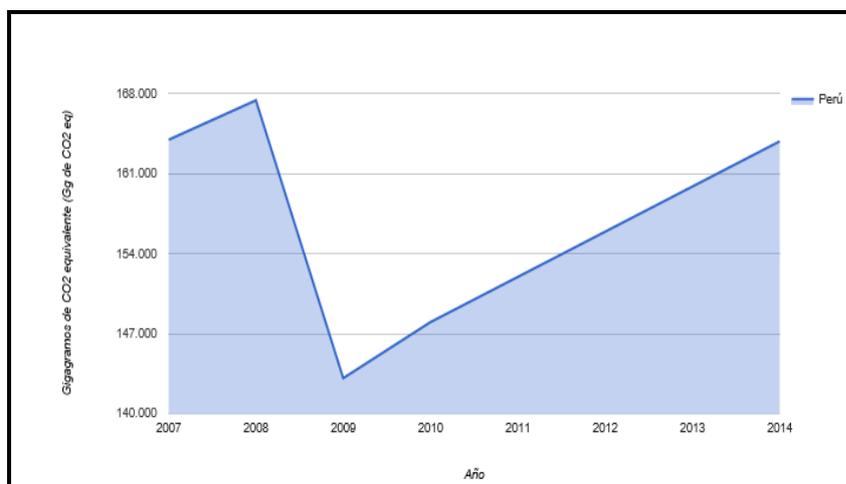
---

<sup>40</sup> <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/la-contaminacion-sonora-y-los-serios-danos-que-provoca-en-tu-salud-808421/>

Durante años, el Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAM) fue la autoridad ambiental nacional y el ente rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental hasta la creación del MINAM.

En la Tabla 4.5 se presenta la cantidad de emisiones de CO2 desde al año 2000, según el SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) el Perú emitió en el año 2014 más de 163 millones toneladas de dióxido de carbono, el cual proviene principalmente del sector transporte.

**Tabla 4.5 Contaminación anual de CO2 (Giga gramos)**



AÑOS	Dióxido de carbono (CO2)
2000	119,494
2001	124,850
2002	134,788
2003	140,310
2004	145,567
2005	150,324
2006	160,061
2007	163,925
2008	167,373
2009	143,075
2010	147,978
2011	151,930
2012	155,883
2013	159,837
2014	163,789

Fuente: SINIA

#### **4.4.4 Fallas de Mercado**

En el Perú como en varias partes del mundo la falla de mercado principal para los buses eléctricos está en la falta de infraestructura de puntos de recarga, hoy en día al Perú solo han llegado vehículos eléctricos para exhibición. El gobierno tendría que invertir en las estaciones de recarga, porque al no haber lugares donde recargar, no hay sentido comprar un vehículo eléctrico.

Un punto no menos importante es la falta de homologación de las regulaciones para los vehículos eléctricos en el Perú, si bien, ya hemos tenido indicios que se formará un equipo para lograr esta norma regulatoria, esta se iniciará en el año 2019. Una vez que contemos con esta homologación las compañías de vehículos podrán traer y comercializar los vehículos eléctricos<sup>41</sup>.

Los buses eléctricos van ganando terreno alrededor del mundo, ya que se ha demostrado que reduce significativamente el impacto ambiental producido por la actual tecnología dominante. Aunque el mercado presenta otras fallas como el alto precio de los Buses, debido a su alta tecnología en sus componentes tales como baterías; se espera que para el año 2025 el precio de estos vehículos sea similar al de los de combustión a gasolina<sup>42</sup>. El mercado, paulatinamente también corregirá el aún existente impacto ambiental que produce generar electricidad. Aunque la generación de energía eléctrica es muchísima menos dañina, se espera seguir minimizando dicho efecto. El mercado creciente impulsará dicho avance.<sup>43</sup>

Sólo con estas iniciativas por parte del Estado, sería viable y rentable la importación y comercialización de estos nuevos vehículos.

#### **4.5. Acuerdos Internacionales**

Con la finalidad de reducir la contaminación ambiental en el mundo, algunos países han firmado algunos acuerdos internacionales. En la tabla 4.6 se menciona los principales acuerdos y los objetivos que buscan alcanzar con su adopción.

---

<sup>41</sup> Fuente: <http://canaln.pe/actualidad/autos-electricos-gobierno-prepara-bono-comprar-este-tipo-vehiculos-n312976>

<sup>42</sup> Idem.

<sup>43</sup> Idem.

**Tabla 4.6 Acuerdos Internacionales sobre el Medio Ambiente**

Conceptos	Acuerdo de Montreal	Protocolo de Kioto	Acuerdo de París
Vigencia	Entro en vigor en noviembre de 1987.	El protocolo fue adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto Japón y entró en vigor el 16 de febrero del 2005.	Este acuerdo fue adoptado por 195 países el 12 de diciembre del 2015 en París (Francia).
Objetivos	El objetivo principal del Protocolo de Montreal es la protección de la capa de ozono mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base del progreso de los conocimientos científicos e información tecnológica.	El objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de origen antrópico que provocan el cambio climático. Los gases para los que se impusieron límites de emisión fueron seis: dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), metano (CH <sub>4</sub> ), óxido nitroso (N <sub>2</sub> O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafloruro de azufre (SF <sub>6</sub> )	El objetivo del acuerdo es mantener el aumento de la temperatura muy por debajo de los 2°C respecto a la era preindustrial y de seguir esforzándose por limitar este aumento a 1.5°C, y evitar así efectos catastróficos para los países más vulnerables.

Fuente: Consilium

Elaboración: Autores de la tesis

#### 4.6. La Matriz Energética del Perú

El sector eléctrico estuvo enfocado por políticas de liberalización y de inserción en la economía internacional, producto de las reformas que experimentó el Perú en la década de los años 90. El objetivo de estas reformas era lograr la suficiencia energética mediante mercados competitivos de energía y la regulación de las infraestructuras eléctricas sujetas a condiciones de monopolio natural. Permitiendo el aumento de la inversión privada, así como el crecimiento de diversos sectores de industria.

Estas reformas vinieron acompañadas de organismos reguladores independientes, creados para controlar las fallas de mercado respecto a actividades energéticas en competencia. El 31 de diciembre de año 1996 se crea el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (Osinerg) mediante Ley N° 26734, institución pública encargada de supervisar a las empresas eléctricas y de hidrocarburos, para que presten un servicio permanente, seguro y de calidad.

Luego en el año 2007 mediante Ley N° 28964 ampliaron su campo de supervisión incluyendo al subsector de minería, por ello pasó a nombrarse Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin). Tiene como funciones la supervisión y regulación desde un punto de vista técnico y ejecutan las modificaciones de tarifas eléctricas dictadas por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), asimismo colaboran con el desarrollo energético del país y del bienestar de la población.

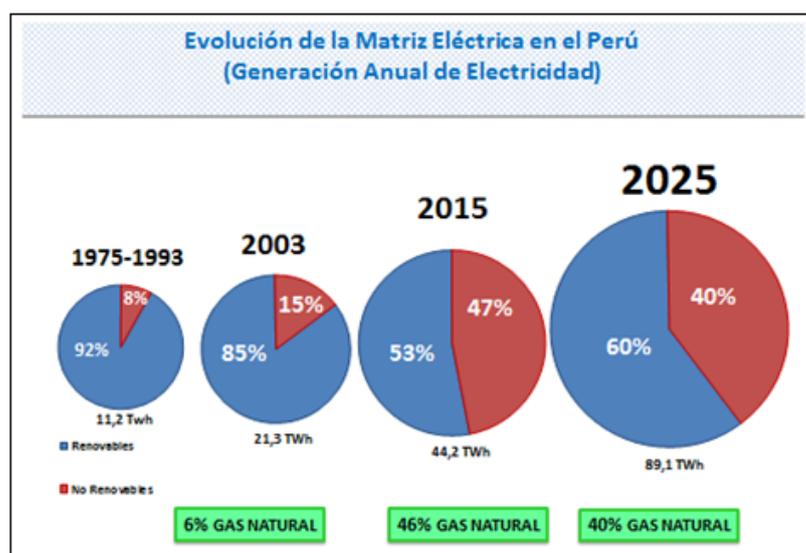
### Fuentes de Energía en el Perú

Entre las fuentes de energía el Perú cuenta con las no renovables como el gas natural y las renovables como la hidroeléctrica, termoeléctrica, eólica y solar.

Según el Ph.D Edwin Quintanilla actualmente el Perú cuenta con un gran potencial de generación de energía

En la figura 4.10 se observa que el predominio de las energías renovables ha sido estable a lo largo de los últimos 50 años, se puede notar que en el año 1993 las energías renovables tenían una participación del 92% y la proyección al año 2025 espera participación del 60%.<sup>44</sup>

**Figura 4.10 Evolución de la matriz energética en el Perú**



Fuente: MINEM

<sup>44</sup> <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2016/11/17/recursos-energeticos-renovables-mayor-crecimiento-caso-peruano/>

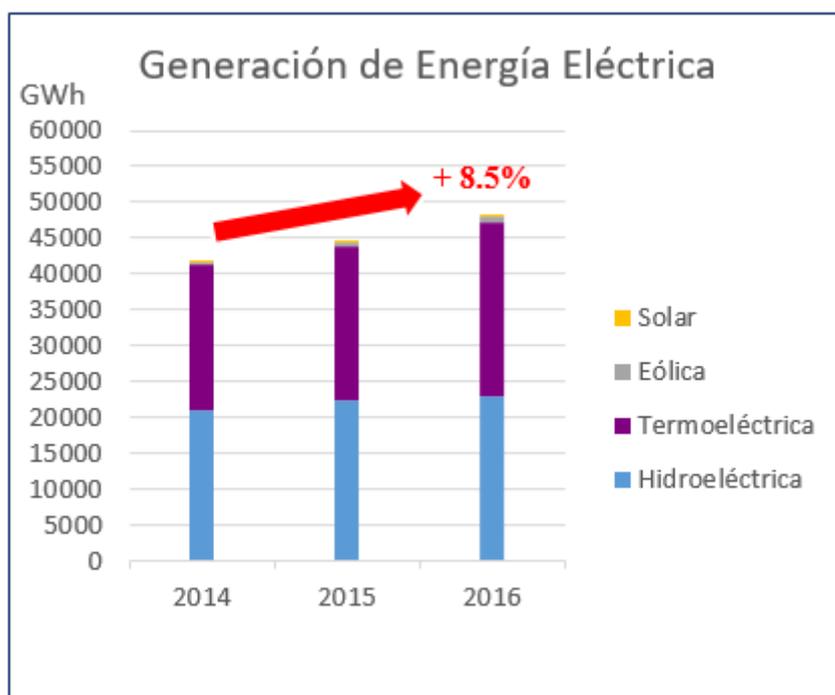
En las últimas décadas el Perú ha tenido un crecimiento económico sostenible a la par del crecimiento de la demanda de energía, que, según Osinergmin, esta se habría cuadruplicado en las dos últimas décadas. En la Tabla 4.7 y Figura 4.11 se muestra la producción de energía por tipo de generación.

**Tabla 4.7 Matriz Energética en el SEIN en GWh (2014-2016)**

Por tipo de generación	2016	2015	2014
Hidroeléctrica	23,009.6	22,456.2	21,002.9
Termoeléctrica	24,020.8	21,262.2	20,337.4
Eólica	1,054.1	590.7	256.3
Solar	241.8	231.0	199.3
<b>Producción Total del SEIN</b>	<b>48,326.3</b>	<b>44,540.1</b>	<b>41,795.9</b>

Fuente: MINEM

**Figura 4.11 Producción de electricidad por fuente en GWh (2014-2016)**

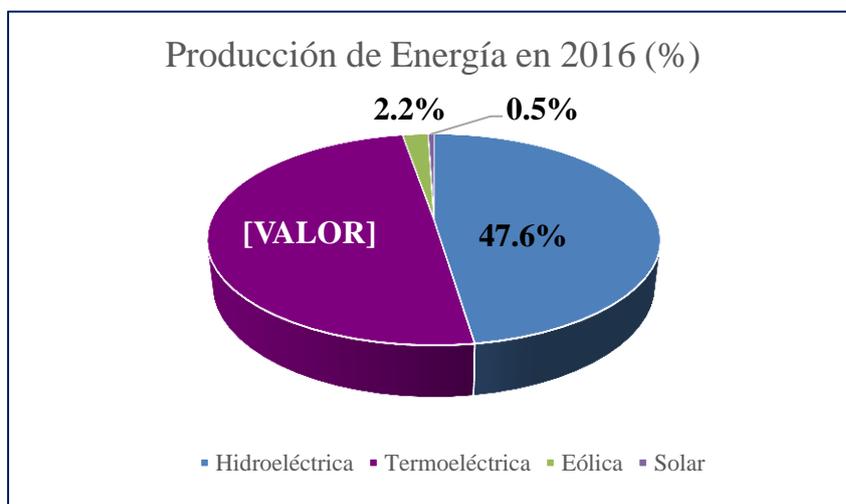


Fuente: MINEM

En el Perú la matriz energética es 47.6% hidroeléctrica y 49.7% térmica para el año 2016. La energía hidroeléctrica es ya una energía libre de emisiones. La necesidad de diversificar las fuentes para asegurar el flujo energético es necesario desarrollar otras fuentes alternativas de energía como las plantas eólicas o las solares (RER) que actualmente representan solo el 2.7%. El objetivo es que el país no dependa

exclusivamente de la disponibilidad de agua y de sus reservas limitadas de gas. En la figura 4.12 se muestra la producción de electricidad por fuente de energía medido en porcentajes.

**Figura 4.12 Producción de electricidad por fuente en % (2016)**



Fuente: MINEM

En el año 1993 la producción de energía eléctrica era aproximadamente 11,500 GWh y el año 2016 la producción fue 48,326 GWh. La tasa de crecimiento de la producción de energía eléctrica nacional ha sido 7% hasta el 2013, pero para el año 2016 la tasa de crecimiento fue de 8.5% respecto del año 2015.

Este incremento en la producción de energía eléctrica se debe básicamente al incremento de la oferta energética del gas natural de CAMISEA, iniciando su producción del principal lote en el año 2004.

#### **4.7. Implementación de buses eléctricos en el transporte público de Lima**

En la actualidad la tendencia de los vehículos eléctricos está escalando cada vez más en el sistema de transporte global y el Perú no es ajeno a ello por eso que Enel Perú, la ONG Global Sustainable Electricity Partnership, BYD y Protransporte se han asociado para desarrollar un plan piloto y poner en marcha un bus alimentador para el Metropolitano.

Según el viceministro de Energía, Raúl García Carpio, estima para julio del 2018 poder contar con la normativa que regule el uso de vehículos eléctricos, estaciones de

recarga, tarifas y otros. Además, adelantan que otorgarán un incentivo en forma de bono por la compra de autos eléctricos o un incentivo fiscal.

En consecuencia, a las iniciativas tomadas por el gobierno, en marzo del 2018 se presentó el primer bus eléctrico para transporte público en el Perú y según la ministra del Ambiente, Elsa Galarza, se está trabajando de manera coordinada con el sector privado y otras entidades del sector público para implementar acciones de mitigación de cambio climático, además confirma que el uso de buses eléctricos es una de las medidas tomadas por el Grupo de Trabajo Multisectorial para las Contribuciones Nacionalmente Determinadas con el objetivo de reducir las emisiones de gases invernadero.

### **Conclusiones del capítulo**

- La modernización del Sistema de transporte público en Lima Metropolitana está teniendo un avance muy lento, el proyecto del Sistema integrado según especialistas está implementado en un 10%. La puesta en operación del Metropolitano y la Línea 1 del metro fueron los primeros avances de todo el Proyecto.
- Como consecuencia de tener un parque automotor muy antigua, mayor a 15 años, está afectando el medio ambiente, contaminando el aire con gases de efecto invernadero y aumentando la contaminación sonora por encima de los niveles adecuados.
- La congestión vehicular que se vive a diario produce en los limeños pérdidas económicas y deterioro en su salud.
- La implementación de tecnología limpia en el transporte público resultaría muy provechoso ya que se reduciría significativamente la emisión de gases tóxicos en el medio ambiente.
- Los buses eléctricos son una alternativa de solución para esta problemática, sin embargo, el estado aun no dicta las normas regulatorias que incentiven el uso de estos vehículos.
- El Perú cuenta con suficiente capacidad energética que garantice la producción de electricidad para las recargas de las baterías en los buses eléctricos.

## 5. CAPÍTULO VI. ANÁLISIS COMPARATIVO

Este capítulo incluye un análisis comparativo con el objetivo de identificar las principales características y experiencias en el ámbito internacional, respecto de países que han implementado buses eléctricos, o están en proceso de hacerlo, en sus respectivos sistemas de transporte público urbano. Previamente se realizará una reseña de la situación internacional respecto de las políticas para la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano en ciudades como California en los Estados Unidos, Londres en Gran Bretaña y París en Francia. Luego se analizará con mayor profundidad el contexto de los buses eléctricos en Noruega, China y Latinoamérica. En ese sentido se expondrá las principales razones respecto a la elección de estos países para el benchmarking con el Perú y describir los factores críticos de éxito como los incentivos financieros, incentivos no financieros, infraestructura de carga o electrolinerías, campañas e investigación.

### 5.1. Buses eléctricos en el transporte urbano – Internacional

En los últimos años se ha tenido mayor relevancia los vehículos eléctricos en el ámbito internacional. Es así como en la actualidad varios países han implementado estos vehículos como son China, Dinamarca, Francia, Noruega, Suecia, Países Bajos, Suiza, Japón, Reino Unido y Estados Unidos entre otros. Ver tabla 5.1

Para examinar este desarrollo se han identificado 3 aspectos fundamentales: el aspecto socio ambiental, el aspecto económico y el aspecto cultural.

**Aspecto socio ambiental:** Los stakeholder están representados por organismos internacionales, el gobierno y la sociedad, quienes tienen cada vez más interés en cuidar el medio ambiente y buscar una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos. Estos son los principales aspectos que empujan a buscar un desarrollo de estas tecnologías para salvaguardar el medio ambiente del daño que genera la contaminación causada por los vehículos de combustión tradicional.

**Aspecto económico:** Según estadísticas de agencias de vehículos en el mundo, existe una gran expectativa de la reducción de costos para la fabricación de estos vehículos eléctricos. En los principales mercados como son China, Estados Unidos de

Norteamérica y Japón se están fabricando los vehículos eléctricos y baterías a gran escala siendo los costos de fabricación cada vez más reducidos. Por lo tanto, la industria de vehículos se prepara para una revolución tecnológica y ser pioneros genera ciertas ventajas para ganar mayor participación en este mercado potencial.

**Aspecto cultural:** Este tercer aspecto se deriva de las dos primeras. El aspecto cultural es todo el complejo de conocimiento, creencias, derecho, costumbre y cualesquiera otras capacidades y hábitos adquiridos por el hombre como miembro de una sociedad. Cada vez hay más personas que desarrollaron o vienen desarrollando una cultura de respeto a la sociedad y medio ambiente, conscientes de que pueden aportar al bienestar de este, como por ejemplo adquiriendo vehículos eléctricos o preferencia por el transporte público eléctrico, que no contaminen a pesar del costo medianamente elevado pero que consiguen un bienestar personal a pesar de ello.

**Tabla 5.1 Principales Iniciativas a nivel internacional**

País, ciudad	Tipo de Programa	Descripción
<b>Estados Unidos,</b> San José- California. (2 millones de habitantes)	Incentivo Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crédito fiscal federal hasta USD 7,500 por c/u.</li> <li>• Reembolso estatal de USD 2,500 por c/u.</li> </ul>
	Incentivo No Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficio de parqueo.</li> <li>• Acceso a carriles preferenciales de alta ocupación.</li> <li>• Tarifa de carga preferencial.</li> </ul>
	Infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 955 puntos de recarga y 71 puntos de recarga rápido.</li> <li>• Ampliar red de recargas en los centros de trabajo, 1,400 centros.</li> <li>• Legislación combustible de bajo carbón.</li> <li>• Incentivos de permisos de infraestructura de carga públicos y privados.</li> </ul>
	Investigación y campañas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos de fabricación estatal.</li> <li>• Eventos como "National Drive Electric Week".</li> </ul>
	Tránsito y Flotas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas estatales de flotas de vehículos eléctricos.</li> <li>• Objetivo elevar de 40% en la actualidad a 100%; los vehículos eléctricos de la flota municipal en el 2022.</li> </ul>
<b>Estados Unidos,</b> San Francisco- California. (4.6 millones de habitantes)	Incentivo Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crédito fiscal federal hasta USD 7,500 por c/u.</li> <li>• Reembolso estatal de USD 2,500 por c/u.</li> </ul>
	Incentivo No Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficio de parqueo.</li> <li>• Acceso a carriles preferenciales de alta ocupación.</li> <li>• Tarifa de carga preferencial.</li> </ul>

	Infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,916 puntos de recarga y 175 puntos de recarga rápido.</li> <li>• Legislación combustible de bajo carbón.</li> <li>• Incentivos de permisos de infraestructura de carga públicos y privados.</li> </ul>
	Investigación y campañas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos de fabricación estatal.</li> <li>• Eventos como "Best.Ride.Ever".</li> </ul>
	Tránsito y Flotas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más de 300 buses eléctricos e híbridos.</li> <li>• Programa de intercambio a vehículo eléctrico.</li> </ul>
<b>Estados Unidos,</b> Los Ángeles-California. (13 millones de habitantes)	Incentivo Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crédito fiscal federal hasta USD 7,500 por c/u.</li> <li>• Reembolso estatal de USD 2,500 por c/u.</li> </ul>
	Incentivo No Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beneficio de parqueo.</li> <li>• Acceso a carriles preferenciales de alta ocupación.</li> <li>• Tarifa de carga preferencial.</li> </ul>
	Infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3,473 puntos de recarga y 226 puntos de recarga rápido.</li> <li>• Legislación combustible de bajo carbón.</li> <li>• Incentivos de permisos de infraestructura de carga públicos y privados.</li> <li>• Códigos de construcción de vehículos eléctricos.</li> </ul>
	Investigación y campañas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos de fabricación estatal.</li> <li>• Eventos como "Drive The Dream".</li> </ul>
	Tránsito y Flotas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa estatal de flotas.</li> <li>• Crecimiento de la flota de vehículos eléctricos de la policía.</li> <li>• Programa de intercambio a vehículo eléctrico.</li> </ul>

Fuente: International Council on Clean Transportation

Elaboración: Autores de la tesis

País, ciudad	Tipo de Programa	Descripción
<b>Reino Unido,</b> Londres (15 millones de habitantes)	Incentivo Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subvención federal hasta 4,500 Libras por c/u.</li> <li>• Exoneración del impuesto anual de circulación.</li> <li>• Subvención adicional de 3,000 libras por cero emisiones en taxis eficientes. (Entre 2017 y 2020)</li> </ul>
	Incentivo No Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exoneración de los cargos por congestión.</li> <li>• Exoneración de estacionamientos y bajas de tarifas en algunas municipalidades.</li> <li>• Zona de emisión ultra baja para el 2020.</li> </ul>
	Infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,652 puntos de recarga y 134 puntos de recarga rápido.</li> <li>• Acceso a toda la red de Londres por una pequeña tarifa anual.</li> <li>• Requisitos de planificación del punto de recarga para todos los nuevos desarrollos.</li> </ul>
	Investigación y campañas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de respuesta a la demanda y evaluación de la red de UK Power Networks.</li> <li>• Eventos como "Vecindario del futuro".</li> <li>• Programa LoCity para incentivar vehículos comerciales más</li> </ul>

		limpios.
	Tránsito y Flotas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrificación de rutas de autobuses.</li> <li>• Todos los buses de una sola plataforma serán electrónicos para el 2020.</li> <li>• Todo taxi nuevo deben tener capacidad ZEV para el 2018.</li> </ul>

Fuente: International Council on Clean Transportation  
 Elaboración: Autores de la tesis

País, ciudad	Tipo de Programa	Descripción
<b>Francia,</b> Paris. (12 millones de habitantes)	Incentivo Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivo federal hasta EUR 6,300 por c/u, bonificación de EUR 3,700 por chatarra de carros a diésel y exoneraciones de impuestos a las compañías.</li> <li>• 25% de subvención del precio de compra.</li> <li>• 15% de subsidio para compañías que reemplazan un vehículo diésel / gasolina con un vehículo eléctrico (hasta 3.000 euros para comercial ligero) vehículos, 6.000 euros para furgonetas y 9.000 euros para camiones).</li> </ul>
	Incentivo No Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estacionamiento libre.</li> <li>• Prohibir los vehículos contaminantes altos en los días de semana.</li> </ul>
	Infraestructura de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,367 puntos de recarga y 32 puntos de recarga rápido.</li> <li>• Incentivos federales, deducción de impuestos por instalación de puntos de recarga.</li> <li>• Apoyo en la instalación de carga en zonas de departamentos.</li> </ul>
	Investigación y campañas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas de autobuses por el operador RATP utilizando 16 autobuses BYD.</li> </ul>
	Tránsito y Flotas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los 4,500 buses serán eléctricos e híbridos en un 80% para el año 2025.</li> <li>• Autolib es un programa de intercambio a vehículo eléctrico.</li> </ul>

Fuente: International Council on Clean Transportation  
 Elaboración: Autores de la tesis

## Conclusiones y comentarios

En esta sección se ha tomado como referencia Estados Unidos, Francia y Reino Unido por el importante avance que tienen en la implementación y se puede verificar que las políticas para la implementación de vehículos eléctricos en el transporte público urbano tienen un mismo patrón, en dar políticas de incentivos financieros como bonos efectivo y exoneraciones de impuestos federales. También dentro de sus

políticas, introducen legislaciones que obligan a las empresas del sector a implementar gradualmente en sus flotas estos vehículos eléctricos dentro de las rutas a través de concesiones con metas objetivas en un corto y mediano plazo.

## **5.2. Buses eléctricos en el transporte urbano – Noruega**

Noruega es el país con mayor participación de vehículos eléctricos; esto corresponde a las 62,170 unidades (de uso particular y público) vendidas en el 2017 que representan el 39% del mercado. La evolución de este mercado se sustenta en los incentivos otorgados por el gobierno, por la conciencia que se tiene por el cuidado del medio ambiente, por el fuerte impacto de los beneficios gubernamentales y por el fomento al ahorro de los noruegos. Adicionalmente debe anotarse que el costo de mantenimiento de los vehículos eléctricos es en general inferior al de un vehículo a combustión.

En definitiva, Noruega es uno de los referentes a nivel mundial en el uso de vehículos eléctricos. En consecuencia, se ha tomado a este país para hacer benchmarking y poder determinar los principales factores de éxito para el transporte urbano de vehículos eléctricos en el Perú. Noruega es uno de los países con mayor ingreso per cápita, es el principal país de masificación de vehículos eléctricos, además posee una sólida política, normativa y marco regulatorio verde que impulsa el uso de vehículos eléctricos para la reducción de CO2.

### ***5.2.1 Marco Regulatorio***

Noruega ha implementado un Plan Nacional de Transporte de doce años que corresponde desde el año 2018 al año 2029. Su principal objetivo es buscar el uso eficiente de los recursos dentro del sector transporte y afianzar las conexiones entre los diversos tipos de transporte. Este plan divide el transporte en dos fases:

- Agencias de transporte (Que conforman la administración de ferrocarriles, administración costera y la administración de carreteras públicas). En las que aportarán al crecimiento económico del país con el uso adecuado de los recursos y en consecuencia una mejor productividad en el sector transporte. Con este plan se está esperando invertir en una red ferroviaria y de carreteras.

- Avinor (Que corresponde a una sociedad que opera 46 aeropuertos y controla el tránsito aéreo), busca eficiencia en los recursos para mejorar la capacidad de sus principales aeropuertos.

Por otro lado, el plan de reducción de emisión de CO<sub>2</sub> se basa en tres grandes áreas: (1) tecnología/combustibles, (2) reducción de tráfico de automóviles y (3) cambio en el transporte de mercancías.

Las estrategias que toman para reducir la emisión de gases son:

- Inversión en tecnología de baja y cero emisiones lo que incluye: (i) Reducción en los impuestos de compra y uso diferenciados en vehículos son esenciales para una introducción rápida de vehículos con cero emisiones e híbridos enchufables. (ii) Disponibilidad de energía eléctrica y de carga eléctrica en los puertos donde el tráfico y los tipos de embarcaciones proporcionan un gran potencial para los cortes de emisiones, para reducir tanto las emisiones de gases de efecto invernadero como la contaminación atmosférica local durante el atraque, y para hacer que las soluciones híbridas sean una opción viable para los buques. (iii) Reemplazo del combustible para el transporte ferroviario por combustibles neutros en carbono o tecnología de baja y cero emisiones. El potencial para la reducción de emisiones se estima que es de 4 a 5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalentes por año.
- Aumento significativo en el uso de biocombustibles sostenibles. Se tiene como objetivo reemplazar 1.7 mil millones de litros de combustibles fósiles por año por biocombustibles antes del año 2030. El uso de biocombustibles proporciona un potencial teórico para una reducción de gases de efecto invernadero de hasta 5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalentes por año. Se necesitará desarrollar instrumentos de política para estimular la oferta y la demanda de biocombustibles.
- Transporte público, ciclismo y caminar en las ciudades. Se tiene por objetivo tener crecimiento cero en ciudades grandes y medianas. Por lo tanto, el uso del suelo debe planificarse para facilitar la reducción de las necesidades de transporte, al mismo tiempo que se mantiene la movilidad de la población.

- Cambio modal de la carretera al mar y al ferrocarril, y hacia el transporte de carga más eficiente. Las agencias de transporte darán prioridad a los proyectos que contribuyen a la transferencia de carga al ferrocarril y al mar, o que aumentan la eficiencia del transporte de mercancías.
- Bajas emisiones de la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura. Las agencias de transporte proponen una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de trabajos de construcción, mantenimiento, máquinas y operación de la infraestructura de transporte. El objetivo a largo plazo es lograr emisiones cercanas a cero de las máquinas, optimizar el uso de los materiales y mantener las emisiones totales al mínimo durante la vida útil de cada proyecto.”<sup>45</sup>

### 5.2.2 Incentivos Gubernamentales

Los incentivos para el uso de tecnologías limpias se han ido implementando a lo largo de los últimos 28 años y forman parte del llamado Acuerdo Climático dictados por el parlamento noruego. A través del Ministerio de Finanzas y el Ministerio de Transporte se han implementado incentivos fiscales y otros de reducción de costos para promover el uso de vehículos eléctricos.

El gobierno tiene como uno de sus principales objetivos la reducción de emisión de CO2 en corto plazo, además dentro de la composición del Parlamento hay partidos que comparten la ideología de cuidado del medio ambiente, pero sobre todo el partido verde que tiene participación desde el 2013.

En la Tabla 5.2 se detalla los incentivos planteados por el gobierno para incentivar la compra de vehículos eléctricos que en definitiva incluye a los buses de transporte público.

**Tabla 5.2 Incentivos Gubernamentales en Noruega**

Incentivo	Año	Descripción	Benchmarking con Perú
Beneficio Fiscal de Compra	1990	Exoneración de impuesto por compra e importación	Exoneración del ISC, aranceles y/o derechos de importación.

<sup>45</sup> [https://www.ntp.dep.no/English/\\_attachment/1525049/binary/1132766?\\_ts=1571e02a3c0](https://www.ntp.dep.no/English/_attachment/1525049/binary/1132766?_ts=1571e02a3c0)

Beneficio de Propiedad	1996	Reducción del impuesto de circulación.	Exoneración del impuesto vehicular.
Beneficios Fiscales Para las Compañías	2000	Reducción del 50% del impuesto vehicular	Exoneración del impuesto vehicular.
Beneficios del IGV	2001	Exención de 25% de IVA en compra.	Exoneración del IGV
Otros Beneficios Financieros	2015	Exención del 25% de IVA en caso de Leasing	Exoneración de IGV en caso de Leasing.
Incentivos Locales	1997	Exoneración de peajes	Exoneración de peajes
Incentivos Locales	1999	Estacionamientos gratuitos	Estacionamientos gratuitos
Incentivos Locales	2005	Acceso a carriles de bus	Acceso a carriles exclusivos.

Fuente: IMF – World Economic Outlook Database, 2017

Elaboración: Autores de la tesis

### 5.2.3 Implementación de Buses Eléctricos

Los primeros buses eléctricos implementados en Noruega fueron adquiridos por uno de los operadores más grandes de transporte público, Unibus. Fueron dos buses eléctricos que entraron en funcionamiento en octubre del 2017.

La empresa Solaris fueron los proveedores de los buses eléctricos modelo Urbino 12, ver figura 5.1. Ambos vehículos de emisión cero están operando en la línea 74 en Oslo, que conduce entre los distritos de Vika y Mortensrud.

**Figura 5.1 Bus Eléctrico modelo Urbino 12**



Fuente: Nexotrans

En diciembre del 2017 entró en funcionamiento una nueva flota de buses eléctricos, estos corresponden al modelo de buses articulados, los primeros puestos en funcionamiento en Noruega.

La empresa china BYD fueron los proveedores de estos autobuses que iniciaron a circular en la ruta 31E de Oslo, éntrelas ciudades de Grorud y Tonsenhagen, haciendo un recorrido de 17 a 24 km. y están a cargo del operador Nobina en nombre de Reuter.

Estos buses tienen una longitud de 18 metros, los más pesados en Noruega, y cuentan con gran capacidad para el transporte de pasajeros, a diferencia de los buses Urbino 12. La recarga de las baterías de los autobuses articulados BYD se realizan en los almacenes o estacionamientos donde se guardan los vehículos, ver figura 5.2.

“Esperamos obtener una buena experiencia con la implementación de buses eléctricos, siendo además beneficiosos para el medio ambiente y la contaminación sonora. Los buses implementados de la Línea 31 es la primera ruta en poner a prueba este tipo de autobuses en Noruega. En Nobina, estamos contentos de liderar el cambio con autobuses de cero emisiones en la ciudad de Oslo, en coordinación conjunta con Ruter, dice el director gerente de Nobina, Jan Volsdal.

**Figura 5.2 Buses Articulados BYD**



Fuente: Futuro Verde.

Existen otros operadores del servicio de transporte público en Noruega que se están sumando a esta iniciativa de nuevas tecnologías. La empresa operadora de transporte Tide Buss realizó un pedido de 25 autobuses eléctricos de la marca Volvo modelo 7900 Electric que será puesto en operación en la ciudad de Trondheim, Noruega. Estos nuevos vehículos totalmente eléctricos, darán servicio en cuatro rutas en la ciudad de Trondheim a partir de agosto del 2019, teniendo recorridos de entre 12 y 15 km cada uno. La compañía de transporte público Brakar en Drammen, al sudoeste de Oslo, ha pedido seis autobuses completamente eléctricos de Volvo. Los autobuses se entregarán en enero de 2019 y operarán en la ruta 51 entre Drammen y Mjøndalen, una ruta de aproximadamente 12 km.

La adquisición de estos buses de la empresa Volvo, consiste en un paquete completo en el que el proveedor estará encargado del mantenimiento de la flota y las baterías por un costo fijo mensual, así mismo la recarga de las baterías serán realizadas en los paraderos finales de los buses. Las estaciones de carga contienen una interfaz abierta conocida como OppCharge, los cuales pueden ser utilizados también para las recargas de otros vehículos electrificados.

Estos son los avances que se están dando en la implementación de buses eléctricos en Noruega, cuyo objetivo es llegar al año 2030 con el 100% de la implementación.

### **5.3. Buses eléctricos en el transporte público urbano – China**

En los últimos años China ha promovido el uso de tecnología limpia en la industria, destinando gran cantidad de recursos en diversas áreas como la energía eólica, energía solar, las baterías y los automóviles eléctricos. Todo esto forma parte de políticas del gobierno para ampliar la independencia energética y protección al medio ambiente.

Dentro del mercado automovilístico chino existen más de cien fabricantes de vehículos eléctricos. Dentro de estos, los fabricantes locales producen más del 90% de NEV. Las principales compañías son BAIC Motors, BYD, FDG, Geely, Wuzhoulong, Yutong y Zotye Auto. Algunas de ellas como BYD, ya están jugando un papel importante fuera de China, siendo el tercer productor de PHEV a nivel mundial

### 5.3.1 Marco Regulatorio

El 28 de febrero de 2005 el Comité Permanente del Congreso Nacional Popular de China, promulgó la Ley de Energías Renovables, en el cual se estableció los siguientes objetivos:

- Diversificación de las fuentes de suministro de energía.
- Salvaguardar la seguridad de la energía
- Cuidar el medioambiente

Esta ley entró en vigencia el 01 de enero del 2006 y estableció los requisitos que debían cumplir los distribuidores de energía renovable.

Con la finalidad de mejorar y aumentar los objetivos antes mencionados, China ha estado constantemente actualizando y modificando la Ley de Energías Renovables. El 26 de diciembre del 2009 se modificó la ley a fin de brindar incentivos fiscales y de inversión tanto a nivel nacional como local, con la finalidad de promover el sector de energías renovables e incentivando la inversión extranjera para su investigación y desarrollo. Ver tabla 5.3.

**Tabla 5.3 Políticas gubernamentales de vehículos de nueva energía de China**

Año	Desarrollo del marco de políticas de Vehículos Eléctricos
2009-2012	China comenzó su programa "10 ciudades, 1000 vehículos". El programa rápidamente se expandió para incluir 39 ciudades, y podría decirse que sentó base para el desarrollo inicial de la industria.
06/2012.	El Consejo de Estado de China emitió el "Plan del desarrollo de la industria de vehículos de nueva energía y ahorro de energía (2012-2020)" dirigida a 500 mil vehículos para 2015 y 5 millones para 2020
2013-2014	Los años 2013 y 2014 experimentaron un fuerte aumento en el número de políticas nacionales y locales que fomentaron el desarrollo de la industria de los vehículos con nuevas energías.
05/2015.	El plan "Made in China 2025" abordó el ahorro de energía y los Vehículos de nueva energía como uno de los 10 sectores clave de China que deberían estar a la vanguardia del desarrollo en los próximos 10 años.
10/2015.	China emitió la "Guía de desarrollo de infraestructura de carga de vehículos eléctricos (2015-2020)" dirigida a 12,000 nuevas estaciones centralizadas de carga y conmutación, y 4,8 millones de puntos de carga (que satisfacen las necesidades de 5 millones de vehículos eléctricos).
11/2015.	La reciente "hoja de ruta de desarrollo de 10 años de la industria de Vehículos de nueva energía" proyecta que el volumen de sus ventas alcanzará el 5% de la demanda total del mercado de vehículos para 2020, y el 20% para 2025.

Fuente: Innovation Center for Energy and Transportation (icvet)

### **5.3.2 Incentivos Gubernamentales**

El gobierno chino ha promovido la industria del vehículo eléctrico mediante incentivos para conseguir su desarrollo y liderazgo internacional. A finales del 2016 el proceso de inversiones en la industria de vehículos eléctricos alcanzaba los 7.2 billones de dólares, los cuales se encontraban distribuidos en las siguientes áreas:

#### **Subsidios, por un valor de 3.120 millones de dólares**

- Inversión en infraestructuras por valor de 2.300 millones de dólares.
- Inversión en Investigación y Desarrollo por un valor de 1.170 millones de dólares
- Reducción de impuestos por 588 millones de dólares.

Según información más reciente, el 12 de febrero del 2018 el Ministerio de Finanzas de China ha anunciado nuevas actualizaciones en los incentivos gubernamentales como parte de la estrategia para promover la fabricación de automóviles eléctricos de mayor autonomía, es decir que tengan un mayor alcance en kilómetros y puedan desplazarse fuera de ciudades para viajes más largos, cumpliendo con el objetivo de ampliar la cultura de movilidad verde.

Como consecuencia de esta política; los vehículos eléctricos con más de 400 kilómetros de autonomía obtendrán un incremento en subsidios de 13% hasta aproximadamente 7,800 dólares o 6,250 euros. La mayoría de los fabricantes chinos se han enfocado en vehículos eléctricos de corto autonomía y menos caros, que sirven en la mayoría de los casos para eludir las restricciones de circulación en las ciudades chinas. Uno de los vehículos más populares, el Baojun E100, fabricado por una empresa conjunta china y General Motors, que tiene un precio de solo 5,600 dólares o 4,500 euros, alcanza el primer escalón de incentivos.

Otros vehículos eléctricos con autonomía entre 150 y 400 km están celebrando los incentivos actualizados con reembolsos cada vez más generosos para rangos más altos, como es el caso de las nuevas compañías como Nio y Byton, así como a los jugadores establecidos que han comenzado a producir vehículos eléctricos de mayor alcance, como BYD.

El gobierno también ha actualizado, pero a la baja, los subsidios dedicados a los autobuses eléctricos que funcionan con baterías, híbridos enchufables e hidrógeno. Los autobuses únicamente eléctricos continuarán con los beneficios.

### ***5.3.3 Implementación de Buses***

En noviembre de 2015 los ministerios de Transporte, Finanzas, Industria y Tecnología de la Información en China, lanzaron nuevas normativas que obliga a los gobiernos locales a promover la inclusión de buses eléctricos en las flotas de los operadores de transporte público. En este contexto, se busca aumentar la proporción de buses con energías nuevas en 30%, 60% y 80% hasta 2019 en determinadas provincias o ciudades.

“China pretende ser una fuerte industria de buses eléctricos, por lo que trabajan mucho en la innovación y la tecnología”, dice Xiangyi Li, pasante de transporte y clima en el *Ross Center for Sustainable Cities* en la organización de investigación *World Resources Institute*. Li visitó la ciudad de Shenzhen y a uno de los operadores de transporte público, Shenzhen Bus Group, para estudiar cómo se está implementando el sistema.

Los buses eléctricos son más económicos de operar que los buses diésel, así como también los costos de mantenimientos. Los operadores de autobuses están experimentando nuevos modelos comerciales para administrar el costo que significa el cambio de tecnología en el transporte. “*Además del subsidio, están usando otros modelos financieros para hacerlo sostenible*”, dice Li.

En la ciudad de Shenzhen, China, las autoridades confirmaron que en el año 2018 pondrán en marcha uno de los proyectos que se plantearon en el año 2015, que consiste en sustituir todos los autobuses de transporte público de combustible diésel a usar solo autobuses eléctricos, lo que está haciendo que ocurra un despliegue espectacular en este sector.

Esta iniciativa que fue planteada en el año 2015 forma parte de una de las medidas que presentaron para adoptar energías renovables de cara al año 2020 para reducir la contaminación ambiental.

En el año 2016 el gobierno de China decidió dar el ejemplo adquiriendo 16.359 autobuses eléctricos, toda la flota de autobuses públicos para esta ciudad, que serán los responsables de dar el servicio público en la ciudad a partir del 1 de enero de 2018. Con esto, Shenzhen espera reducir sus emisiones contaminantes en hasta 1,35 millones de toneladas de CO2 al año.

La inversión en autobuses eléctricos tuvo que ser combinada con la infraestructura adecuada. Actualmente, Shenzhen tiene 510 estaciones de recarga para los autobuses, por lo que pueden cargar un poco menos de la mitad de la flota a la vez, así mismo tienen un total combinado de 8,000 puntos de carga en todas las principales vías. Ver figura 5.3.

**Figura 5.3 Flote de buses eléctricos en Shenzhen**



Fuente: Denki

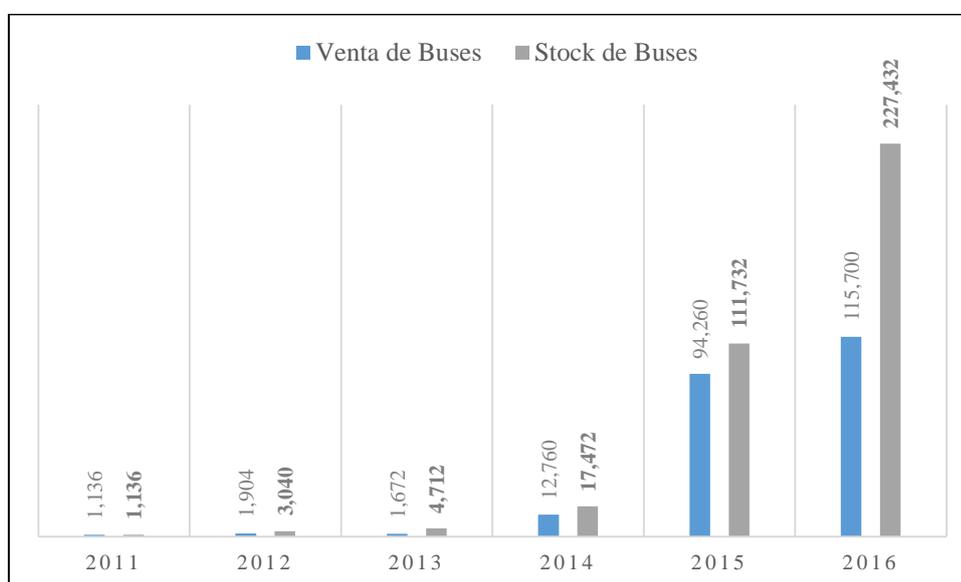
Se estima que los autobuses eléctricos permitirán ahorrar un 72,9% más de energía que los autobuses diésel actuales, lo que significaría que la flota de autobuses de Shenzhen utilizaría 345.000 toneladas menos de combustible por año y permitirá reducir las emisiones de dióxido de carbono en 1,35 millones de toneladas anuales.

La empresa BYD es la encargada de proporcionar el 80% de los autobuses eléctricos para la ciudad. Está es una empresa que lidera el mercado chino de vehículos eléctricos, un país que es el que más coches de este tipo vende en el mundo. Además, sus autobuses se venden por todo el mundo y no solo en el mercado local.

Si bien el caso de Shenzhen, reconocida por ser la base de grandes emporios tecnológicos, no cuenta con precedentes en ninguna parte del mundo, lo cierto es que no es la única con avances. Aunque en escala menor, hay otras ciudades chinas que dan pasos significativos con el reemplazo de buses. Estas son Guangzhou, con al menos 438 automotores; Shaoyang, 272; Hefei, 640, y Hengyan, 400, solo por citar las más avanzadas.

Las ventas de autobuses eléctricos fueron significativas en el año 2016, en aquel año se vendieron un total de 115,700 unidades, que representaba una cuota de mercado del 20%. Ver figura 5.4.

**Figura 5.4 Evolución de venta y stock de buses eléctricos en China**



Fuente: Clean Technic a get the data

En el grafico se muestra como a partir del 2015 las ventas de los autobuses crecieron significativamente y continuó esa tendencia en el 2016 con un incremento de 20,000 unidades más, confirmando esta revolución del uso de autobuses eléctricos.

#### **5.4. Buses eléctricos en el transporte público urbano – Chile**

En los últimos años Chile se ha convertido en uno de los países líderes de la región en la implementación de vehículos eléctricos. En el año 2011, el entonces presidente Sebastián Piñera inauguró la primera estación pública de recarga en Santiago y en Latinoamérica. Ese mismo año se introdujo al mercado chileno el

primer vehículo eléctrico, el Mitsubishi I-MIEV. A partir de entonces Chile se ha posicionado como uno de los mejores mercados para vehículos eléctricos en Latinoamérica.

El sector de transporte en Chile contribuye un 22% del total de sus emisiones de gases de efecto invernadero, y si sigue con el mismo crecimiento, sólo este sector contribuirá con el 40% de los gases contaminantes para el año 2020. Mientras tanto Santiago, con 5 millones de habitantes, se enfrenta a un constante deterioro en la calidad del aire. En junio de 2015 el gobierno cerró temporalmente más de 900 empresas y prohibió que aproximadamente el 40% de los 1.7 millones de vehículos circularan por la ciudad, para reducir la contaminación. Los vehículos eléctricos ofrecen una oportunidad para mejorar la calidad del aire y reducir las emisiones contaminantes, hecho que ha sido reconocido formalmente por el gobierno chileno.

Chile al igual que la mayoría de los países en Latinoamérica tiene una baja penetración en cuanto a la movilidad eléctrica del transporte público, no obstante, es uno de los pocos países que ya ha establecido planes y estrategias para que en los próximos años se logre un crecimiento importante en la implementación de buses eléctricos tanto en transporte público urbano como en los vehículos particulares.

Asimismo, en el año 2017, Chile ya ha iniciado con la implementación en infraestructura para el uso de vehículos eléctricos, contando con catorce electrolíneas, cuatro taxis de motor eléctrico y un bus eléctrico en una de las rutas del sistema de transporte urbano chileno el “METBUS”.

#### ***5.4.1 Marco Regulatorio***

En el año 2012, funcionarios del gobierno chileno propusieron dos Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés), como parte de la regulación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para incorporar el uso de vehículos eléctricos en la estrategia del país, con el fin de reducir la emisión de gases.

El plan de movilidad “E-mobility Readiness Plan” y el plan de zonas verdes de Santiago “Santiago Transportation Green Zone” tienen como una de sus propuestas

expandir el mercado de vehículos eléctricos a 70.000 unidades para el año 2020, y promover el uso de automóviles de baja y cero emisiones en las zonas urbanas.

Sin embargo, las acciones implementadas a través del NAMA's han sido relativamente lentos y ambos planes seguían en etapa de desarrollo en noviembre de 2014. En el año 2016 solo había 136 vehículos eléctricos circulando en Chile y 10 estaciones públicas de recarga.

En diciembre del 2017, el gobierno de Chile con la finalidad de impulsar la masificación de este tipo de transporte presentó su nueva “Estrategia Nacional de la Electromovilidad”.

Esta iniciativa establece ejes y acciones prioritarias para el fomento de la electromovilidad, culmina casi un año de trabajo público privado, liderado por los ministerios de Energía, Transporte y Medio Ambiente con el apoyo de distintos expertos, académicos y representantes de empresas del sector.

El ministro de Energía, Andrés Rebolledo, fue el encargado de presentar los objetivos y lineamientos generales de este plan de acción: “Creemos firmemente que la Estrategia Nacional de Electromovilidad que hoy presentamos será una pieza clave para introducir mejor tecnología y eficiencia energética en el mercado vehicular del país, avanzando en un desarrollo comprometido con la sustentabilidad en todas sus dimensiones”.

En tanto, la Ministra de Transporte, Paola Tapia, destacó el rol que tendrá el transporte público en este impulso a los vehículos eléctricos a largo plazo: “la electromovilidad llegó para quedarse. Estamos siendo pioneros en Latinoamérica en materia de electromovilidad y en el transporte público. Hemos fijado la meta: 2050 es la fecha en que el 100% de los buses de transporte público serán eléctricos. Es una meta ambiciosa, pero a su vez es una meta responsable, porque sabemos que, de cara al medioambiente, la sustentabilidad y a la comodidad de los pasajeros del transporte público, todos y todas se merecen también contar con esta tecnología. Y, además, el 40% de los vehículos particulares, serán también de tecnología eléctrica”.

La estrategia identifica 5 ejes estratégicos a ser desarrollados:

1. Aspectos Regulatorios, Estándares y normativa
2. Transporte Público como motor de desarrollo
3. Fomento en I+D y formación de capital humano especializado
4. Impulso inicial
5. Transferencia de conocimiento y entrega de información

Al establecer un plan estratégico para ser los líderes de la región en electro-movilidad al año 2050, Chile ha establecido que para que el plan tenga éxito es necesario que los actores involucrados logren sinergias para fomentar la implementación de vehículos eléctricos en el país. Ver figura 5.5.

**Figura 5.5 Entidades involucradas en la estrategia de electro-movilidad de Chile**



Fuente: [www.minenergia.cl](http://www.minenergia.cl)

#### **5.4.2 Incentivos gubernamentales**

Actualmente diversas iniciativas de incentivos están en desarrollo alineados a la Estrategia Nacional de Electromovilidad.

El objetivo de esta estrategia es que Chile se encuentre preparado para la implementación de vehículos de nuevas tecnologías y con mayor eficiencia energética, y por lo mismo con reducidas emisiones de gases de efecto invernadero. Esto permitirá cumplir con los compromisos de políticas de cambio climático y metas de ahorro de energía, al mismo tiempo que hará más competitivo su sector de transporte.

Estas son algunas de las iniciativas en desarrollo que se menciona en la estrategia:

- Otorgar subsidio de \$6,1 millones para reemplazar los taxis colectivos por vehículos eléctricos en algunas regiones del país.
- Desarrollo de piloto que permitirá la entrada de al menos 90 buses eléctricos en la licitación de “TRANSANTIAGO” en curso.
- Consorcio tecnológico para la movilidad eléctrica
- Emprendimientos que han desarrollado vehículos eléctricos en Chile

Así mismo han puesto en estudio e investigación algunos incentivos para estimular la implementación de los vehículos eléctricos.

### **Incentivos Económicos**

- Se estudiará la pertinencia de desarrollar incentivos económicos y se evaluará cuáles serían los más adecuados para el fomento a Electromovilidad.
- Se trabajará en conjunto con las empresas generadoras y distribuidoras eléctricas, para que estas ofrezcan tarifas especiales para la carga de vehículos eléctricos a sus clientes.
- Se trabajará en conjunto con las empresas generadoras y distribuidoras eléctricas, para que estas ofrezcan tarifas especiales para la carga de vehículos eléctricos a sus clientes.

### **Estacionamientos preferentes**

- Se coordinará diversos actores públicos y privados para promover la existencia de preferentes e infraestructura de carga en aeropuertos y centros comerciales, para vehículos eléctricos.

### **Incentivos para transporte público**

- Mantener la política de incentivos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones destinada a la renovación de taxis colectivos a lo largo del país y estudiar sus eventuales ajustes de manera de profundizar dicha política.
- Estudiar e implementar mecanismos que permitan incorporar gradualmente buses eléctricos al sistema de transporte público.

### **Incentivos para vehículos de transporte de carga menores**

- Diseñar y evaluar esquemas públicos privados que permitan un despliegue de la infraestructura de recarga en forma sustentable económicamente.

#### ***5.4.3 Implementación de Buses Eléctricos***

Los primeros buses eléctricos implementados al Transantiago fueron adquiridos por la empresa privada Enel y luego traspasados al operador de transporte público Metbus, a través de una operación de leasing, por un periodo de 10 años. La empresa Enel sería la encargada de brindar los servicios de infraestructura de recarga, energía y asesorar a los operadores para la adquisición de buses.<sup>46</sup>

El bus eléctrico tiene una autonomía de 1 km/kWh, con lo cual el costo operativo por cada kilómetro recorrido es 3 veces menor que el de un bus convencional. Estos vehículos cuentan con autonomías entre 250 y 270 kilómetros. Considerando un rendimiento aproximado de 1 km/kWh, se obtiene un costo por kilómetro \$80.<sup>47</sup>

Enel ha sido uno de los principales promotores de la movilidad eléctrica en Chile, basada en una energía limpia y con un precio menor en comparación con los otros combustibles, siendo una solución real para el Plan de Descontaminación de Santiago de Chile.

Enel diseñó un plan para los distintos operadores en las próximas licitaciones del Transantiago, en las cuales se les exigirá al menos 90 buses eléctricos en sus distintos

---

<sup>46</sup> <https://www.eneldistribucion.cl/20171114-buses-electricos-entran-en-operacion-en-transantiago>

<sup>47</sup> <https://www.eneldistribucion.cl/20171114-buses-electricos-entran-en-operacion-en-transantiago>

recorridos durante el año 2018, tengan una alternativa concreta y conveniente para incorporar la tecnología cero emisiones dentro de su flota.<sup>48</sup>

Enel puso a disposición de los diferentes operadores del Transantiago un modelo de negocio en el cual integra proyectos de ingeniería y entrega de los puntos de recarga, además de suministrar la energía para los buses eléctricos que se incorporen al transporte público. Ver figura 5.6.

De esta forma, Enel busca garantizar la distribución de energía para los 15 cargadores por operador; el cual incluye las obras civiles y eléctricas; el monitoreo y mantenimiento de los puntos de carga; un contrato de energía a 10 años; y gestión de la demanda.<sup>49</sup>

“La empresa Enel tiene la capacidad de brindar la infraestructura necesaria para la distribución de la energía eléctrica (puntos de carga), y de esta manera facilitar la masificación del transporte público eléctrico, tanto en Santiago como en regiones, contribuyendo a la descontaminación de las ciudades y principalmente mejorando la calidad de vida de las personas”, indicó Simone Tripepi, Gerente de E-Solutions de Enel Chile.

**Figura 5.6 Bus eléctrico Transantiago**



Fuente: Transantiago

<sup>48</sup> <https://www.eneldistribucion.cl/20171114-buses-electricos-entran-en-operacion-en-transantiago>

<sup>49</sup> <https://www.eneldistribucion.cl/20171114-buses-electricos-entran-en-operacion-en-transantiago>

Como parte de la Estrategia Nacional de Electromovilidad, Chile está exigiendo en las bases de licitación de nuevos operadores, la incorporación de al menos 90 buses eléctricos durante el año 2019.

Además, se ha creado el proyecto CORFO “Consortio Tecnológico para el despliegue de la electro-movilidad en TRANSANTIAGO” el cual a través de una cooperación público-privada establecerán medidas específicas para fomentar el desarrollo de vehículos eléctricos en el sistema de transporte público de Santiago.

**Beneficios en las licitaciones:** El estado al presentar las licitaciones promoverá beneficios e incentivos para aquellos postores que incorporen el uso de nuevas tecnologías como la eléctrica.

**Subsidios:** Se está evaluando la implementación de subsidios para la adquisición de buses eléctricos haciendo uso de los recursos provenientes del sector de transporte público y/o de fondos sectoriales del Ministerio de Energía.<sup>50</sup> Así mismo se buscará el apoyo de fondos internacionales para hacer más viable el subsidio.

**Monitorear la implementación de infraestructura:** Chile revisa el crecimiento de la infraestructura eléctrica y su operación ante un posible aumento de la demanda de vehículos eléctricos y toma las acciones necesarias para corregir las brechas entre oferta y demanda.

## **5.5. Buses eléctricos en el transporte público urbano – Brasil**

Brasil tiene todas las características para convertirse en un mercado prometedor para los vehículos eléctricos. El país produce más del 85% de su energía de fuentes renovables y se ha comprometido en enfrentar el cambio climático a través de una reducción importante en la emisión de gases de efecto invernadero, y la promoción de nuevas fuentes de energía renovable.

Brasil ha destinado \$6,200 millones en proyectos de energía eólica y solar con la finalidad de incrementar su capacidad energética de diferentes fuentes renovables

---

<sup>50</sup> [http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia\\_electromovilidad-8dic-web.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf)

Brasil, uno de los mercados más grandes para la venta y fabricación de automóviles, también ha sido líder en el transporte limpio con la iniciativa federal “Proálcool” lanzada en los años setenta, para promover el uso de etanol de caña de azúcar como combustible.

### ***5.5.1 Marco Regulatorio***

En setiembre del 2017, el gobierno de Brasil lanzó el plan nacional “ROTA 2030” dirigido al sector automotriz en el cual se propone principalmente lograr eficiencia energética, mejorar la seguridad vehicular y promover inversiones en investigación y desarrollo. También prevé descuentos impositivos para autos eléctricos a fin de impulsar la venta de estos vehículos.

### ***5.5.2 Incentivos Gubernamentales***

En octubre del 2015 se adoptaron los primeros incentivos para la compra de vehículos eléctricos. Se dispuso que estos vehículos tengan una tasa de 0% de arancel por su importación y actualmente hay una iniciativa también para reducir a 0% el Impuesto sobre Productos Industrializados para los vehículos híbridos, eléctricos y a etanol fabricados en el país.

Dado el tamaño de la flota de vehículos en Brasil, el mercado de vehículos eléctricos es hasta ahora diminuto. El gobierno brasilero, a diferencia de otros gobiernos, ofrece muy pocos incentivos para estimular el uso de estos. Al nivel federal, en el mejor de los casos los incentivos son indirectos.

Bajo la política gubernamental INOVAR auto, que promueve la manufactura local de vehículos eficientes, se brinda “súper créditos” a los productores de vehículos eléctricos, ayudándolos a lograr sus metas de consumo más fácil.

A nivel estatal y local, los vehículos eléctricos están exentos del pago del impuesto anual del propietario en los estados de Pernambuco, Maranhão, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul y Sergipe, y gozan de impuestos reducidos en Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul y São Paulo. En el año 2014, la ciudad de São

Paulo promulgó una ley que exenta a los vehículos eléctricos e híbridos del “Rodizio Veicular”, un programa que reduce la circulación de vehículos.

Aunque estos incentivos son importantes, no son suficientes para superar las barreras que existen hoy para impulsar el uso de vehículos eléctricos en el país. Así como en otros países de la región, el alto costo de los vehículos eléctricos y la falta de una estructura adecuada para la recarga, constituyen barreras significativas para la adopción de estos. Pero en el caso de Brasil, un impuesto muy alto contribuye a subir aún más el costo de adquisición, convirtiendo a los VE en un artículo de lujo.

### ***5.5.3 Implementación de Buses***

Las ciudades de São Paulo, Campinas y Rio de Janeiro empezaron a hacer pruebas con buses eléctricos en el año 2014. Estos buses se incorporaron a una flota bastante diversificada, que incluían buses que usaban biodiesel, etanol, diésel, y trolebuses eléctricos.

En julio de 2015 la ciudad brasileña de Campinas adquirió 10 buses eléctricos del fabricante chino BYD convirtiéndose en la primera ciudad con la flota más grande en el país. Ver figura 5.7. En 2016, Volvo lanzó el primer híbrido enchufable de Brasil en la ciudad de Curitiba.

**Figura 5.7 Buses Eléctricos en Brasil**



Fuente: Transporte Carretero

Es importante resaltar que a inicios del 2015 la empresa china BYD abrió una planta de fabricación de buses eléctricos en esta ciudad, Campinas, como parte de sus planes de su plan de expansión y abastecimiento comercial en Brasil y América Latina. Esta iniciativa favorece principalmente a Brasil porque la adquisición de estos vehículos será realizada localmente y no tendrán que ser sujetas a costos de importación. El presidente de BYD Brasil, Tyler Li, señaló que la planta industrial tendrá una capacidad de producción de 500 a 1.000 unidades de buses al año. La estrategia de la empresa BYD para introducir el autobús eléctrico en Brasil será venderlo al mismo precio de un bus diésel, y las baterías a través de un contrato de leasing que será pagado con el ahorro de combustible.<sup>51</sup>

## **5.6. Buses eléctricos en el transporte público urbano – Colombia**

En Latinoamérica, Colombia ha liderado los esfuerzos para implementar el transporte sostenible. Colombia pudo identificar que una de las principales prioridades era la electrificación de la flota de transporte del país, dando como resultado el lanzamiento de la flota de taxis eléctricos más grande de Latinoamérica y un proyecto piloto para la implementación de buses eléctricos.<sup>52</sup>

En la actualidad el transporte urbano de Colombia se está renovando y la primera fase terminara en el año 2019, pero están buscando que parte de la renovación sea de buses eléctricos. La iniciativa del gobierno colombiano de incluir buses eléctricos es soportada por las alianzas conformadas con el sector privado, como es el caso del proveedor chino de vehículos eléctricos (BYD) y esto ha generado que se tenga centro de carga a nivel nacional. En consecuencia, Colombia está avanzando de manera lenta, pero segura para alcanzar los objetivos. En Colombia se está trabajando un plan piloto de vehículos eléctricos desde junio del 2017, sometiéndolo a varias pruebas de rendimiento y se presentando observaciones, pero se están superando.

---

<sup>51</sup> <http://www.economistaamerica.pe/economia-eAm/noticias/5940978/07/14/La-china-BYD-desembarca-en-Brasil-con-planta-de-autobuses-con-energia-renovable.html>

<sup>52</sup> <http://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/10/ID-Transporte-verde-Perspectivas-para-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>

El 75% de la generación de energía eléctrica en Colombia es generada por fuerza hídrica, por lo cual lograr la electrificación de la flota de transporte resultaría en una importante disminución en la emisión de gases de efecto invernadero.

Los primeros vehículos eléctricos en Colombia fueron introducidos en el 2012, cuando Codensa y Emgesa, dos compañías colombianas de energía eléctrica, se asociaron con Mitsubishi para probar una flota de 15 automóviles del modelo I-MIEV. Ese mismo año la ciudad de Bogotá lanzó un plan piloto para probar taxis eléctricos, en asociación con Codensa, grupos de sociedad civil y compañías locales de taxis.<sup>53</sup>

Las acciones tomadas para incrementar el uso de vehículos eléctricos hasta el momento demuestran el interés de parte del gobierno en incentivar el uso de los vehículos eléctricos a largo plazo. Solamente la ciudad de Bogotá se ha comprometido a cambiar el 50% de la flota de taxis a taxis eléctricos en los próximos 10 años y espera convertir toda la flota de buses a buses híbridos y eléctricos para el año 2024. Si Colombia quiere mantener su meta de Desarrollo Bajo en Carbono, necesita una mayor implementación de vehículos eléctricos. Aunque las emisiones de carbono en Colombia son relativamente bajas, se proyecta que se duplicarán para el año 2040 si no se toman medidas de prevención y mitigación. El sector del transporte será el que mayor aporte a este incremento.

### ***5.6.1 Marco Regulator***

En el año 2012 el país adoptó la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECBDC) que forma parte del Plan Nacional de Desarrollo, para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

Posteriormente se dieron diferentes normativas con la finalidad de incentivar el uso de los vehículos eléctricos.

- Decreto 2909 de 2013 - Contingentes para la importación de vehículos eléctricos e híbridos.

---

<sup>53</sup> <http://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/10/ID-Transporte-verde-Perspectivas-para-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>

### ***5.6.2 Incentivos gubernamentales***

Entre los primeros pasos para incentivar la compra de vehículos eléctricos es la importación de estos vehículos con 0% de aranceles e IVA, por esa razón abarata el precio de venta para que puedan adquirirla. Actualmente el gobierno colombiano está evaluando aumentar la lista de incentivos y entre los posibles incentivos tenemos el estacionamiento gratuito y exoneración de peajes.

### **Infraestructura**

Colombia cuenta con nueve estaciones de carga para vehículos eléctricos y esperan tener para el cierre del 2018 un total de veinte estaciones de carga. El sector privado y el gobierno están invirtiendo en la instalación de las estaciones de carga y esto va en dirección a los objetivos trazados en el Plan de Ascenso Tecnológico para el SITP.

Colombia busca pasar de la experimentación, planes piloto, a la implementación de su flota de vehículos eléctricos hacia el año 2019 y esperan lograr que el 1% del parque automotor sea de vehículos eléctricos. Su principal objetivo a corto plazo es implementar los buses eléctricos en los principales sistemas de transporte del país.

### ***5.6.3 Implementación de buses***

En abril 2018, en la ciudad de Medellín se puso en funcionamiento el primer bus articulado al sistema de transporte que opera únicamente con energía eléctrica. El bus, que tiene capacidad para 180 pasajeros, permitirá que se dejen de emitir aproximadamente 72 toneladas de CO2 al año.

El bus, según explicó Gutiérrez, tiene una autonomía de casi 200 kilómetros. Es decir, con cuatro horas de carga durante la noche, el autobús puede trabajar el día entero.

Para las rutas del Transmilenio, en junio del 2007, se puso en funcionamiento un plan piloto de un bus eléctrico articulado, que serviría para recolectar información fundamental que complementará el proceso de renovación de flota que se viene adelantando.

La alcaldía de Bogotá, Transmilenio S.A., Codensa, la Empresa de Energía de Bogotá, BYD y TransMasivo S.A. pusieron en funcionamiento en el sistema troncal el primer bus articulado de piso alto 100 % eléctrico.

Se buscaba renovar la flota de buses con vehículos eléctricos, sin embargo, las fallas que tuvieron los buses piloto hicieron que las autoridades descartaran por el momento el uso de estos vehículos.

El alcalde de Bogotá, Enrique Peñalosa, aseguró que, en el proceso de licitación en el cual se busca reemplazar más de 1.400 buses de Transmilenio, se incluyó una cláusula que da ventajas a operadores de transporte público que busquen usar sistemas con tecnologías limpias como el gas.<sup>54</sup>

Sin embargo, dijo Peñalosa, “existe un piloto con un bus eléctrico, pero se tuvo muchos inconvenientes en su operación. Primero, es una tecnología nueva que no está lo suficientemente desarrollada y segundo que actualmente sus costos son más altos que los convencionales, entonces no se podría incrementar la tarifa en perjuicio de los ciudadanos”.

“Las ciudades más avanzadas del mundo utilizan buses diésel porque los buses eléctricos aún no están totalmente desarrollados; y menos para buses articulados y biarticulados como los que utiliza Transmilenio”, agregó el mandatario de los bogotanos.

Así mismo Peñalosa indicó que los buses para reemplazar las flotas 1 y 2 del Transmilenio estarían llegando a finales de este año y que tendrán la mejor tecnología. Ver figura 5.8.

---

<sup>54</sup> <http://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/10/ID-Transporte-verde-Perspectivas-para-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>

**Figura 5.8 Bus eléctrico articulado Transmilenio**



Fuente: Noticias Rcn

En la tabla 5.4 se hace un análisis comparativo de los principales factores que se han tomado en cuenta para que estos países puedan implementar los buses eléctricos en sus sistemas de transportes. La selección de estos países como China y Noruega se sustenta en que son considerados los países en donde se ha alcanzado un mayor nivel de implementación en los buses eléctricos. En cuanto a países de Latinoamérica hemos considerado a Chile como país que están en proceso de implementación.

**Tabla 5.4 Análisis Comparativo: Implementación de buses eléctricos**

China	Noruega	Chile
<b>Políticas Gubernamentales</b>		
China a través de la Ley de Energía Renovable esta impulsando el uso de nuevas fuentes de energía con el objetivo de reducir la contaminación ambiental de CO2 y NOX.	En Noruega se implementó el Plan Nacional del Transporte 2018-2029 que entre los principales objetivos está la reducción de la contaminación ambiental, a través del uso de nuevas tecnologías.	A través de la Ley 19940 se logra Regular el Sistemas de Transporte de Energía Eléctrica y establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos. Se presentó la Estrategia Nacional de Electromovilidad, que contempla entre lo más importante la difusión de tecnologías vehiculares eficientes, e incentivos transitorios para el despliegue de la electromovilidad.
<b>Incentivos Fiscales</b>		
El gobierno subsidia el costo de los buses para que los operadores accedan a renovar su flota con buses eléctricos. Estos subsidios se dan en base a las autonomías en recorrido que tienen los vehículos eléctricos. Mientras mayor es su autonomía en kilómetros recorridos, mayor es el subsidio.	El gobierno a través del Ministerio de Finanzas logró asignar los recursos para establecer Incentivos a través de subsidios en los costos de los vehículos eléctricos, se exime el pago de impuestos por la compra e importación 25% del IVA, exención de peajes, acceso al carril bus, recarga gratuita.	El gobierno chileno está evaluando la implementación de subsidios económicos para la adquisición de los vehículos eléctricos. Se puso en Licitación las rutas del Transantiago, los operadores deberán usar una flota mínima de 15 buses eléctricos. La adquisición de los vehículos serían pagados mientras estén operando. Los incentivos estarían dándose a través de un menor costo en la energía eléctrica.
<b>Inversión en Investigación y Desarrollo</b>		
China ha realizado una gran inversión en Investigación y Desarrollo por un valor de 1.170 millones de dólares, con la finalidad de encontrar nuevas tecnologías para el uso de	La ciudad de Oslo es una de las metrópolis mundiales que han estado invirtiendo fuertemente para promover la movilidad eléctrica y está planeando un gran despliegue de Autobuses eléctricos en el futuro más cercano. El objetivo de la ciudad supone que habrá 100 autobuses eléctricos en las calles de Oslo en 2020.	Con el apoyo de la Universidad Técnica Federico Santa María, en el 2019 se trabajará en la construcción del primer Laboratorio de investigación y desarrollo avanzado en tecnologías para la Movilidad Eléctrica en Chile.
<b>Capacidad Energetica</b>		
China es el líder en producción de energía renovable en el mundo con una capacidad instalada de 152 gigavatios China ha estado invirtiendo de manera considerable para obtener energía hidroeléctrica, eólica y solar para abastecer la demanda creciente.	La generación eléctrica en Noruega es en un 98% renovable a través de energía hidráulica, eólica o proveniente de la biomasa. En el 2017 se invirtió \$2,000 millones en proyectos de nuevas fuentes de energía eólicos y solares.	Chile ha realizado inversiones de \$1,500 millones en el 2017 para proyectos que permitan obtener mayor capacidad energética usando la energía eólica, solar.

Inversión en Infraestructura		
El gobierno destinó una inversión en infraestructuras por valor de 2.300 millones de dólares para abastecer de redes de energía a través de Electrolineas. Se ha instalado 24.000 puntos de recarga en las principales vías con un tiempo de recarga de 30 minutos.	La inversión en infraestructura estuvo orientado principalmente en la instalación de puntos de recarga. Actualmente existen 10.333 puntos de recarga	Chile ha iniciado en el 2017 con la implementación en infraestructura para el uso de vehículos eléctricos, contando con 14 electrolineas. Para el 2020, Chilectra, una compañía chilena de energía eléctrica, planea instalar la infraestructura necesaria y estaciones de recarga para 600 buses eléctricos. Esto es el equivalente al 10% de la actual flota de transporte público,
Flota de Buses Electricos Implementados		
La ciudad de Shenzhen tiene la flota de buses electricos mas grande del mundo, consta de 16359 vehiculos, que empezaran a circular en el 2018.	En el 2017 el operador de buses Unibuss, el mas grande operador de transporte publico, adquirió los 2 primeros buses electricos como parte de su plan inicial de renovacion de la flota. Estos buses modelo Solaris Urbino 12 con emisión cero marcan una nueva era eléctrica para Unibuss	En agosto de 2013 Chile probó su primer bus eléctrico, el BYD K9, en la ciudad de Santiago. La incorporación de este tipo de buses a la flota de transporte ha sido lenta pero el interés sigue presente. A finales del 2017 el operador Metbus del Transantiago puso en operación los 2 primeros buses 100% eléctricos desarrolladas por la firma china BYD. Para el 2018 pondran en operacion 90 buses adicionales. Se proyecta que entre 2018 y 2020 se renovueven más de 6 mil buses.

Elaboración: Autores de la tesis

### Resultado del Análisis comparativo.

- Del análisis podemos mencionar que todos los países han iniciado la implementación de vehículos eléctricos con iniciativas o planes gubernamentales, cuyo principal objetivo es de mitigar la contaminación ambiental que proviene del sector transporte.
- La implementación de incentivos gubernamentales a través de subsidios, beneficios fiscales y otros llamados no financieros, son fundamentales para motivar a las personas y empresas a usar estos vehículos con la certeza que obtendrán ahorros significativos a largo plazo, y que ayudarán a reducir la contaminación.
- La implementación de buses eléctricos en los sistemas de transporte es uno de los temas en que todos los países quieren intervenir a través de nuevas licitaciones considerando un nivel de flotas de vehículos eléctricos. De esta manera irán incrementando la participación de estos buses en el servicio público.

## **5.7. Factores Críticos de Éxito de buses eléctricos en el transporte público**

En este capítulo abordaremos los principales factores que están ayudando a aquellos países que buscan implementar los buses eléctricos para el transporte público, áreas claves cuyos resultados favorables harán que se alcancen los objetivos establecidos.

### **Factores Críticos de Éxito**

Los factores críticos de éxito se podrían definir como las condiciones internas y externas que deberían implementarse antes de la ejecución de un proyecto y ajustarse durante su puesta en marcha. Se dice que es crítico porque estas condiciones deberán cumplirse para tener impactos significativos que ayuden a lograr los objetivos o metas propuestas.

En los países en donde se busca implementar los buses eléctricos en el transporte público urbano, se han dado ciertas medidas para incentivar a los inversionistas a la renovación de la flota de buses, incentivos que van desde lo económico para la adquisición de buses eléctricos hasta la obtención de una buena evaluación en las licitaciones de las rutas.

Usando la metodología del Benchmarking, en la siguiente tabla 5.7 se ha elaborado una matriz identificando los principales factores de éxito de los países en donde se ha puesto en marcha la implementación de los buses eléctricos.

Entre los países que presentamos, hemos escogido China y Noruega porque consideramos que a nivel mundial son los países que tienen una representación significativa en la implementación de los vehículos eléctricos.

Respecto a los países sudamericanos hemos considerado a Brasil, Colombia y Chile, porque están en una etapa inicial en la implementación de estos buses eléctricos pero que ya cuentan con ciertas medidas o condiciones cuyos resultados deberían favorecer alcanzar sus objetivos. Los FCE se resumen en la tabla 5.5.

**Tabla 5.5 Factores Críticos de Éxito en la implementación de buses eléctricos**

Factores de Éxito	China	Noruega	Colombia	Brasil	Chile
Incentivos Económicos	<p>El gobierno subsidia el costo de los buses para que los operadores accedan a renovar su flota con buses eléctricos. Estos subsidios se dan en base a las autonomías en recorrido que tienen los vehículos eléctricos. Mientras mayor es su autonomía en kilómetros recorridos, mayor es el subsidio.</p>	<p>El gobierno a través del Ministerio de Finanzas logró asignar los recursos para establecer Incentivos a través de subsidios en los costos de los vehículos eléctricos, se exime el pago de impuestos por la compra e importación 25% del IVA, exención de peajes, acceso al carril bus, recarga gratuita.</p>	<p>En abril del 2017 el gobierno anuncio la aprobación de la importación de 46.000 vehículos eléctricos e híbridos sin arancel e IVA de 5% para el mejoramiento de la calidad del aire en el país. Esta medida le permitirá a este segmento del mercado comenzar a crecer en Colombia.</p>	<p>En octubre del 2015 se adoptaron los primeros incentivos para la compra de vehículos eléctricos, pagaran 0% de arancel por su importación y actualmente se está votando una iniciativa para reducir a cero el Impuesto sobre Productos Industrializados para los vehículos híbridos, eléctricos y a etanol fabricados en el país.</p>	<p>El gobierno chileno está evaluando la implementación de subsidios económicos para la adquisición de los vehículos eléctricos. Se puso en Licitación las rutas del Transantiago, los operadores deberán usar una flota mínima de 15 buses eléctricos. La adquisición de los vehículos sería pagados mientras estén operando. Los incentivos estarían dándose a través de un menor costo en la energía eléctrica.</p>
Flota de Buses eléctricos	<p>La ciudad de Shenzhen tiene la flota de buses eléctricos más grande del mundo, consta de 16359 vehículos, que empezaran a circular en el 2018.</p>	<p>En el 2017 el operador de buses Unibuss, el más grande operador de transporte público adquirió los 2 primeros buses eléctricos como parte de su plan inicial de renovación de la flota. Estos buses modelo Solaris Urbino 12 con emisión cero marcan una nueva era eléctrica para Unibuss</p>	<p>En el 2012 se lanzó un piloto para probar taxis eléctricos con una flota de 45 vehículos, así también a través de programa del BID se puso a prueba buses híbridos. En abril del 2017 comenzó a circular el primer bus eléctrico del TransMilenio, como parte del plan piloto. Actualmente se ha lanzado a licitación las rutas del TransMilenio para que los adjudicados usen los buses eléctricos.</p>	<p>En Julio del 2016 la ciudad brasileña de Campinas fue la primera en adquirir una flota de 10 autobuses eléctricos para su flota de autobuses públicos de la marca BYD. El número de vehículos livianos con motores eléctricos o híbridos se elevará a unos 100.000 en 2026 frente a las 1.091 unidades de hoy en día, dijo el titular de EPE, José Ferreira, durante un seminario en Río de Janeiro.</p>	<p>En agosto de 2013 Chile probó su primer bus eléctrico, el BYD K9, en la ciudad de Santiago. La incorporación de este tipo de buses a la flota de transporte ha sido lenta pero el interés sigue presente. A finales del 2017 el operador Metbus del Transantiago puso en operación los 2 primeros buses 100% eléctricos desarrolladas por la firma china BYD. Para el 2018 pondrán en operación 90 buses adicionales. Se proyecta que entre 2018 y 2020 se renueven más de 6 mil buses.</p>

**Tabla 5.5 Factores Críticos de Éxito en la implementación de buses eléctricos - Continuación**

Factores de Éxito	China	Noruega	Colombia	Brasil	Chile
Ahorro en costos	<p>E uso de estos nuevos autobuses representará un ahorro en los costes de casi el 75% en comparación del diésel, con lo que están garantizando mantener el precio de los viajes sin aumentos por hasta tres años más.</p>	<p>En un coche eléctrico el ahorro en mantenimiento y revisiones viene a ser de entre el 20 y el 40 %, según cuentan los propios fabricantes</p>	<p>La adquisición de un vehículo eléctrico es más cara, pero los costos asociados a mantenimiento y consumo de energía son más baratos que el diésel, cerca de un 40% menos, lo que genera compensación a largo plazo.</p>	<p>Con el alza del precio del combustible, Semutran tiene actualmente un costo promedio de US\$ 0.61 por kilómetro en su flota de buses alimentados por diésel. Teniendo en cuenta que recorren 93,500 kilómetros anualmente, los buses eléctricos de BYD le significarían un ahorro aproximado de US\$ 26,423.</p>	<p>Los costos se reducen en un 70% en relación con los buses convencionales. La operación de los buses tiene un costo por kilómetro de \$70, comparado con los \$300 de un vehículo diésel. El fabricante chino BYD se haría cargo del mantenimiento de los buses durante los dos primeros años</p>
Inversión en Investigación y Desarrollo	<p>China ha realizado una gran inversión en Investigación y Desarrollo por un valor de 1.170 millones de dólares, con la finalidad de encontrar nuevas tecnologías para el uso de vehículos eléctricos y buses eléctricos.</p>	<p>La ciudad de Oslo es una de las metrópolis mundiales que han estado invirtiendo fuertemente para promover la movilidad eléctrica y está planeando un gran despliegue de Autobuses eléctricos en el futuro más cercano. El objetivo de la ciudad supone que habrá 100 autobuses eléctricos en las calles de Oslo en 2020.</p>	<p>El gobierno, el sector privado, universidades han aportado recursos para financiar la investigación del transporte eléctrico. Estos estudios han permitido identificar oportunidades de uso de la nueva tecnología y modelos de negocio del transporte masivo, así como cuantificar posibles impactos energéticos y ambientales. Los estudios también han dado soporte al Gobierno para la definición de políticas, incentivos y programas de apoyo al transporte eléctrico.</p>	<p>El regulador brasileño de electricidad, Aneel, está a cargo de los proyectos de investigación, actualmente hay 13 proyectos de investigación y desarrollo bajo la etiqueta de movilidad eléctrica.</p>	<p>Con el apoyo de la Universidad Técnica Federico Santa María, en el 2019 se trabajará en la construcción del primer Laboratorio de investigación y desarrollo avanzado en tecnologías para la Movilidad Eléctrica en Chile.</p>

**Tabla 5.5 Factores Críticos de Éxito en la implementación de buses eléctricos - Continuación**

Factores de Éxito	China	Noruega	Colombia	Brasil	Chile
Infraestructura	<p>El gobierno destinó una Inversión en infraestructuras por valor de 2.300 millones de dólares para abastecer de redes de energía a través de Electrolinerías. Se ha instalado 24,000 puntos de recarga en las principales vías con un tiempo de recarga de 30 minutos.</p>	<p>La inversión en infraestructura estuvo orientada principalmente en la instalación de puntos de recarga. Actualmente existe 10, 333 puntos de recarga</p>	<p>La primera estación de recarga se abrió en Bogotá en marzo del 2015. Actualmente la oferta de electrolinerías, Codensa ha señalado que la infraestructura actual puede abastecer a 300 vehículos al día (taxis). Esto significa una capacidad superior a la demanda actual (43 carros).</p>	<p>Con respecto a las estaciones de recarga, sólo hay 50 en todo el país, y la mayoría están concentradas en São Paulo y Rio de Janeiro. La Companhia Paulista de Força e Luz, una compañía eléctrica, ha anunciado que instalará más de 100 estaciones de recarga en los próximos años.</p>	<p>Chile ha iniciado en el 2017 con la implementación en infraestructura para el uso de vehículos eléctricos, contando con 14 electrolinerías. Para el 2020, Chilectra, una compañía chilena de energía eléctrica, planea instalar la infraestructura necesaria y estaciones de recarga para 600 buses eléctricos. Esto es el equivalente al 10% de la actual flota de transporte público.</p>
Desarrollo de la Industria de Vehículos Eléctricos	<p>Las grandes industrias que fabrican los vehículos eléctricos se encuentran en China, los cuales se están viendo beneficiados económicamente por las ventas impulsados por iniciativas del propio gobierno. Las principales compañías son BAIC Motors, BYD, FDG, Geely, Wuzhoulong, Yutong y Zotye Auto.</p>	<p>Noruega no cuenta con industrias que fabriquen vehículos eléctricos. Los primeros buses fueron importados por el operador Unibus de su proveedor polaco Solaris.</p>	<p>No existe industria para la fabricación de vehículos eléctricos. Son adquiridos a través de importación de la empresa china BYD.</p>	<p>El fabricante chino BYD pondrá en marcha en la ciudad de Campinas dos fábricas, una de autobuses eléctricos y otra de paneles solares que empezaron a trabajar en el 2016. Entre 2014 y 2017 BYD invirtió cerca de 350 millones de dólares en Brasil y generará alrededor de 650 puestos de trabajo.</p>	<p>No existe industria para la fabricación de vehículos eléctricos. Son adquiridos a través de importación de la empresa china BYD.</p>

**Tabla 5.5 Factores Críticos de Éxito en la implementación de buses eléctricos - Continuación**

Factores de Éxito	China	Noruega	Colombia	Brasil	Chile
Baterías de recarga	China cuenta con fabricantes de batería de Litio que les permite una producción de gran escala, reduciendo el precio de los vehículos eléctricos, lo que significa una ventaja frente a sus competidores. La recarga es de 2 horas aproximadamente para los buses.	Los vehículos han sido equipados con baterías de 75 kWh de alta potencia, y la recarga será por un sistema montado en el techo de Siemens. El pantógrafo bajará automáticamente de la estación de carga al techo del autobús en las paradas finales. Todo el proceso de carga durará ocho minutos.	Buses y taxis se tardan dos horas en recargar toda la batería, y con esta logran una autonomía que ronda los 300 kilómetros. Como referencia, un bus de TM recorre unos 250 kilómetros al día.	La recarga dependerá de la cantidad de tiempo que el vehículo pase conectado al i Wall Pro. Enchufándolo 10 minutos, se obtiene una recarga rápida para recorrer 25 kilómetros. Para una recarga completa, el i8 necesita dos horas de conexión. El i3, demanda 3:45 horas.	Lo motores eléctricos se alimentan de una batería de 324 kW, que les permite contar con una autonomía de 250 kilómetros. El tiempo de recarga de estas baterías tarda 3,5 horas.
Capacidad Energética	China es el líder en producción de energía renovable en el mundo con una capacidad instalada de 152 gigavatios China ha estado invirtiendo de manera considerable para obtener energía hidroeléctrica, eólica y solar para abastecer la demanda creciente.	La generación eléctrica en Noruega es en un 98% renovable a través de energía hidráulica, eólica o proveniente de la biomasa. En el 2017 se invirtió \$2,000 millones en proyectos de nuevas fuentes de energía eólicos y solares.	El 75% de la generación de energía eléctrica en el país es generada por la fuerza hídrica. La electrificación en el transporte significaría una reducción importante de emisiones de gases de efecto invernadero.	Brasil ha destinado \$6,200 millones en proyectos de energía eólica y solar con la finalidad de incrementar su capacidad energética.	Chile ha realizado inversiones de \$1,500 millones en el 2017 para proyectos que permitan obtener mayor capacidad energética usando la energía eólica, solar.

**Tabla 5.5 Factores Críticos de Éxito en la implementación de buses eléctricos - Continuación**

Factores de Éxito	China	Noruega	Colombia	Brasil	Chile
Políticas Gubernamentales	China a través de la Ley de Energía Renovable está impulsando el uso de nuevas fuentes de energía con el objetivo de reducir la contaminación ambiental de CO2 y NOX.	En Noruega se implementó el Plan Nacional del Transporte 2018-2029 que entre los principales objetivos está la reducción de la contaminación ambiental, a través del uso de nuevas tecnologías.	En el año 2012, forma parte del Plan Nacional de Desarrollo, para mitigar la emisión de gases de efecto invernadero que el país adoptó la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), que contribuyen al cambio climático.	"Rota 2030" es un plan a 15 años dividido en tres fases para el sector automotor. Su objetivo es crear un plan de desarrollo a largo plazo para el sector a fin de incentivar inversiones hasta el año 2030. Entre los desafíos que se propone abordar figuran lograr eficiencia energética, mejorar la seguridad vehicular y promover inversiones en investigación y desarrollo.	A través de la Ley 19940 se logra Regular los Sistemas de Transporte de Energía Eléctrica y establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos. Se presentó la Estrategia Nacional de Electro-movilidad, que contempla entre lo más importante la difusión de tecnologías vehiculares eficientes, e incentivos transitorios para el despliegue de la electro-movilidad.

## **Resultado del Análisis de los Factores Críticos de Éxito**

De la matriz presentada en el cuadro anterior podemos concluir que todos los países en donde se busca implementar los buses eléctricos inician sus proyectos con planes o políticas gubernamentales que buscan principalmente la reducción de la contaminación ambiental, alineándose a las medidas establecidas en los Acuerdos de Kioto o el Acuerdo de París.

Los incentivos económicos que ofrecen los gobiernos de estos países serían el principal factor que motivaría a los inversionistas a renovar la flota de buses convencionales con buses eléctricos.

El costo de los buses eléctricos en \$385 mil dólares aproximadamente, sigue siendo el principal problema que los inversionistas deberán hacer frente para su financiamiento, lo que está ocasionando una lenta implementación de estos buses, sin embargo, las ventajas que ofrecen su uso están alrededor de un 40% de ahorros en costos operativos.

En cuanto a la infraestructura que deberían implementarse para las recargas de las baterías de los vehículos eléctricos, los países como China y Noruega han logrado atender la demanda instalando electrolineras a lo largo de sus principales avenidas. En cuanto a los buses eléctricos, en China se han instalado electrolineras en las estaciones de buses para la recarga de las baterías por un tiempo de 30 minutos. En Noruega se ha puesto en marcha los primeros buses eléctricos en enero 2018, la recarga de la batería se realiza en la cochera donde se guardan los buses.

En los países latinoamericanos, la implementación de los buses eléctricos depende en mayor medida de los incentivos económicos y fiscales que los gobiernos están dictando, así mismo en las condiciones que están proponiendo para que los operadores tengan un mínimo de buses eléctricos en su flota para participar en las licitaciones de las rutas. La inversión en una infraestructura adecuada para la circulación de estos buses eléctricos, se encuentran en una etapa inicial, el cual debería aumentar a medida que aumenten la flota buses.

## **6. CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE ENTREVISTAS A EXPERTOS**

En este capítulo presentamos la información obtenida de nuestras fuentes primarias a través de las entrevistas a expertos, donde hemos recolectado opiniones acerca de la implementación y viabilidad del transporte eléctrico en el Perú.

De acuerdo, a la información obtenida con las fuentes secundarias como informes de investigación, organismos internacionales, marco regulatorio, revistas y periódicos sobre conceptos, implementación y situaciones de vehículos eléctricos en el Perú se logra complementar con fuentes primarias como entrevistas a expertos y con base a ellos se ha logrado identificar la real situación del Perú en el caso que iniciemos un cambio en el parque automotor a buses eléctricos.

Además, las entrevistas a expertos nos han ayudado a contrastar información que ya habíamos encontrado en otras situaciones o contexto de los buses eléctricos, pero que son igualmente importantes para la realización de la presente tesis.

### **6.1. Análisis de las entrevistas**

Las entrevistas hechas a expertos como fuente primaria, nos permite tener un análisis cualitativo sobre nuestro tema de investigación que busca la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima Metropolitana, con el objetivo de determinar la viabilidad de nuestra propuesta.

Además, las entrevistas a expertos tiene como objetivo conocer el punto de vista del Estado y el sector privado, entender las barreras para los buses eléctricos en Lima y poder identificar a través de los factores de éxito en otros países aquellos factores que puedan implementarse en la Lima Metropolitana.

#### **➤ Edwin Quintanilla define que:**

El nivel de energía en el Perú tiene la capacidad suficiente para afrontar la implementación de buses eléctricos, dada la cantidad de recursos con los que cuenta el Perú entre energía renovable y no renovable (El Estado tiene que promover y mantener los niveles de oferta que se manejan).

Las ciudades tienen tres problemas: Tráfico, contaminación y la seguridad ciudadana, los buses eléctricos ayudarían a solucionar parte de los dos primeros problemas.

El valor del bus, los costos producidos, la autonomía en rutas, el tipo de recarga y la hora son fundamentales para evaluar la intervención del Estado.

El Perú no cuenta con infraestructura para este tipo de vehículos, la intervención del Estado sería mediante incentivos y regulación para que el inversionista o privado implemente esta infraestructura y tecnología.

Se necesita un marco normativo estable y regulatorio para la implementación de buses.

El Perú aún no le ha dado la importancia necesaria al medio ambiente, este punto se podría dar a conocer con esta implementación y cuantificar esta externalidad; el costo de transporte en Europa es mucho más caro que en Perú debido a este tema.

➤ **Elmer Ramirez define que:**

De acuerdo con el estudio que realizaron respecto a la Movilidad Eléctrica en Lima y Callao los resultados indicaban que para el mediano y largo plazo sería más conveniente implementarlo en el transporte masivo, como son los trenes, en el sistema integrado como son el metropolitano, corredores y buses alimentadoras.

Es importante la articulación de todo el sistema de transporte, buses y trenes, que permitan desarrollar la infraestructura adecuada en su conjunto y que sirva para tener un sistema inteligente y optimizar los recursos.

Actualmente existen países en la región que están usando esta tecnología como Colombia, Uruguay y Chile y obtienen un ahorro hasta el 40% de gastos operativos y cero contaminaciones ambientales. Esta tecnología será la tendencia en un futuro cercano. Sin embargo, la introducción de vehículos eléctricos está siendo muy lenta principalmente por el costo de adquisición que es muy elevado.

Para incentivar a los inversionistas al uso de vehículos eléctricos, el rol del estado será muy importante, y debería darse a través de incentivos fiscales o

tributarios que mitiguen el costo de adquisición de los vehículos eléctricos, y otros beneficios como la liberación del pago de peajes, estacionamientos, vías exclusivas y exención del pago de impuestos por la propiedad de un vehículo. Así mismo la implementación de estos vehículos necesitará la inversión en infraestructura para la recarga de energía en la que debería participar el sector privado.

La adopción de una nueva tecnología siempre será difícil de asimilarlo en un principio, sin embargo, al mediano y largo plazo se obtendrán muchos beneficios.

➤ **Sergio Martinez define que:**

La implementación de buses eléctricos en el sistema de transporte urbano es un tema que los países vienen evaluando hace años, si bien en la actualidad es una tendencia, en países en donde aún existen otros problemas por solucionar en el transporte urbano, no debería ser una prioridad.

Las desventajas de los buses eléctricos en la actualidad no compensan sus ventajas. Desventajas como la poca autonomía de los buses eléctricos, la tecnología de los buses eléctricos aún no está al 100% desarrollada incluso en países avanzados, el tiempo de toma de recarga de las baterías, la poca capacidad de las baterías actuales, la falta de infraestructura.

La inversión en estos proyectos no termina siendo rentable para el sector privado por diferentes variables como, por ejemplo: los costos de adquisición de los buses, los costos operativos, falta de infraestructura, incentivos inexistentes.

Es necesaria la intervención del Estado y del sector privado para hacer viable en el largo plazo la implementación de buses eléctricos a gran escala en el sistema de transporte urbano. El Estado por un lado debe promover al sector privado para que realice este tipo de inversiones brindando incentivos que permitan que estos proyectos sean rentables. Incentivos tributarios, fiscales, normativos además de brindar subsidios y reducir los niveles burocráticos. Por su parte el sector privado invertirá siempre y cuando los proyectos sean rentables. Esta inversión permitirá desarrollar nuevas tecnologías, generar nuevos puestos de trabajo, brindar un bienestar social y medioambiental.

➤ **Walter Barboza define que:**

Se esta evaluando la implementación de buses eléctricos, la empresa Enel esta en un proceso de implementación de estos buses, por lo cual se esta entregando un bus a prueba por dos años, solo al costo del consumo eléctrico.

Un bus eléctrico es muy caro, con un bus eléctrico de 12 metros se podría adquirir 3 buses convencionales diesel. Esta a evaluar si la rentabilidad y margen soporte la inversión.

El mantenimiento de los buses eléctricos sería más barato, dado que no tienen las partes que se desgastan, estaría a evaluar si la corriente eléctrica es más barata que el combustible.

La estación eléctrica sería en la propia planta y más sencilla que la de diesel y la de a gas, esto significaría un ahorro.

➤ **Luis Quispe Candía define que:**

Actualmente el transporte público ha tenido un cambio significativo con la puesta en marcha del Sistema Integrado de Transporte. Como parte de este sistema, en el 2010 entró en operación el Metropolitano y posteriormente los corredores complementarios en las principales avenidas, Javier Prado, Av. Arequipa, San Juan de Lurigancho. Sin embargo, el avance de todo el sistema que se planificó está en un 10% de su implementación, porque aún está faltando la implementación de rutas complementarias que irían por la Carretera Central, La Panamericana Sur, así como las rutas de interacción, las rutas de aproximación, acercamiento.

Así mismo la implementación de la Línea 1 del Tren eléctrico está ayudando a mejorar el servicio de transporte, y la Línea 2 que aún sigue en proyecto. El pasaje de este metro está siendo subsidiado por el Estado.

Sin embargo, aún existen los medios de transporte público tradicionales conformados por los micros y las combis circulando por avenidas alternas, cuyo servicio es deplorable y que por tratar de cubrir sus gastos operativos salen a las calles a corretearse para ganar la mayor cantidad de pasajeros lo que en Colombia se llamaba

la “Guerra por el Centavo” que muchas veces ha ocasionado accidentes con trágicos resultados.

La implementación de buses eléctricos debería hacerse en un Sistema Integrado, como por ejemplo en los buses del Metropolitano y en los corredores operativos, en donde el pasajero tenga opción de transbordo hacia cualquier punto de la ciudad con un pasaje integrador.

Ahora que tenemos el Metropolitano que son vehículos a gas, lo que se debería proponer es que en las bases de la licitación se pida la incorporación de una flota de buses eléctricos. El Perú tiene capacidad energética para llevar a cabo este proyecto.

En cuanto a la infraestructura que se necesitaría el uso de buses eléctricos, es el sector privado quien debería hacer la inversión de acuerdo con el grado de implementación. El Estado debería actuar como regulador, ayudando al subsidio de los pasajes para ser accesible al público.

## 6.2. Matriz de conclusiones relacionadas a los FCE propuestos (Tabla 6.1)

Variable	Definición	FCE Propuesto	Estado	Privado	Especialista	Conclusión
<b>Financiera</b>	Relacionado a la viabilidad financiera de invertir en buses eléctricos en comparación a Diésel y GNV. (Costos de adquisición, costos de mantenimiento, costos de energía)	Retorno de la inversión	Se tiene que tener en cuenta las externalidades y cuantificar los mismos dado que una barrera importante es el costo que se asignara a cada usuario del transporte y cuanto estarán dispuestos a pagar los mismos en busca del beneficio social, de igual modo cómo será la intervención del Estado.	Las desventajas de una tecnología de propulsión, como la eléctrica, que aún no está desarrollada al 100%, hace difícil la viabilidad financiera de proyectos de implementación de buses eléctricos a gran escala. Los costos de adquisición, la baja autonomía de los buses, el tiempo de recarga de las baterías, los costos operativos y falta de infraestructura son barreras que para poder compensarlas es necesaria la intervención del Estado.	Actualmente la principal barrera para la adquisición de los buses eléctricos es el Costo de Adquisición de aproximadamente USD 450,000 frente a un bus de Gas cuyo costo en promedio está en USD 250,000. Sin embargo, en un mediano y largo plazo se logrará un ahorro del 40% en los costos de operación, que ayudarán a tener un margen de rentabilidad en el tiempo.	Existe un costo elevado por la adquisición de los buses eléctricos y esto conlleva al sector privado a disponer de mayor capital para su adquisición.  Se necesitará levantar mayor capital del sistema financiero o mercado de capitales.
<b>Apoyo del Estado</b>	Intervención del estado para respaldar la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima Metropolitana.	Incentivos	La intervención del estado sería mediante incentivos y regulación, con lo cual el privado pueda invertir y obtener rentabilidad gracias a la acción del estado que buscaría el beneficio social.	El apoyo del estado es fundamental para promover la inversión del sector privado en la implementación de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima. Para el sector privado este FCE es el más importante, ya que a través de incentivos tributarios, fiscales y normativos se podrían	El estado debería implementar Incentivos fiscales y tributarios que motiven a los inversionistas la adquisición de los buses eléctricos en el sistema integrado de transporte. Así mismo el consumo de energía podría ser subsidiado dando una menor tarifa	Para mitigar el impacto de la inversión inicial en la adquisición de buses eléctricos, será necesaria la intervención del Estado para otorgar un mecanismo de incentivos fiscales y tributarios.

				compensar las desventajas y limitaciones de los buses eléctricos.	para el consumo en buses eléctricos.	
<b>Infraestructura</b>	Mejoras en la infraestructura eléctrica que permita la viabilidad de implementar buses eléctricos.	Inversión en Infraestructura	El Perú no cuenta con infraestructura para la implementación de buses eléctricos, el Estado tiene que promover esta inversión que estaría en manos del privado, contamos con recursos naturales suficientes para la generación de energía.	Es necesario un trabajo en conjunto entre el estado y el sector privado para cubrir la brecha de infraestructura para la implementación de buses eléctricos en Lima. El sector privado es consciente que es necesario que ellos inviertan, pero no lo realizarán mientras el estado no brinde las facilidades a nivel de matriz energética y a nivel normativo.	La inversión de la infraestructura deberá estar a cargo del sector privado, acorde con el grado de implementación que los operadores del sistema integrado hagan en su flota de buses.	Se tiene que buscar un equilibrio de inversión en infraestructura, de acuerdo con el grado de implementación de los buses eléctricos.  El sector privado debería estar a cargo de la infraestructura promovida por el estado.

<p align="center"><b>Políticas Gubernamentales</b></p>	<p>Mejoras normativas y de impacto ambiental para fomentar el uso de buses eléctricos en el transporte urbano de Lima Metropolitano.</p>	<p>Regulación</p>	<p>El Perú necesita la elaboración marco normativo estable y regulatorio para la implementación de buses. Dicho marco normativo tendría que buscar el equilibrio entre el beneficio social y el beneficio económico del privado.</p>	<p>El sector privado manifiesta que incluso la normativa actual para diésel y gas presenta errores y barreras que dificultan ciertas acciones por parte del sector privado. Este FCE es de importancia alta para el sector privado, ya que en la actualidad no existe una normativa para la implementación de vehículos con propulsión eléctrica. Es necesario que se desarrolle una normativa que permita brindar un bienestar social y al mismo tiempo que estos proyectos sean rentables para el sector privado.</p>	<p>El gobierno aún no termina de dar una normativa dando los mecanismos adecuados para incentivar la implementación de buses eléctricos, cuyo impacto se reflejaría en una menor contaminación ambiental. Así también iniciativas que busquen considerar en las próximas licitaciones el uso de buses eléctricos en las flotas de los operadores.</p>	<p>No existe un marco normativo que regule el uso de vehículos eléctricos.</p> <p>En el marco normativo se tiene que buscar un equilibrio económico y social relacionado a los beneficios de cada uno de los stakeholders (privado, estado y sociedad).</p>
<p align="center"><b>Inversión en nuevas tecnologías</b></p>	<p>Fomentar la inversión y desarrollo de nuevas tecnologías en el transporte urbano de Lima Metropolitana por parte del sector público y privado.</p>	<p>Innovación</p>	<p>El Perú aun no le da la suficiente importancia al cuidado del medio ambiente, por lo cual no hay inversión en nuevas tecnologías en el transporte urbano.</p>	<p>El sector privado invertirá siempre y cuando el estado brinde las facilidades para que estos proyectos sean rentables. Es necesario que el Estado asuma una posición de promotor y que fomente la innovación, desarrollo y uso de nuevas tecnologías.</p>	<p>Actualmente el estado no está invirtiendo en la investigación de nuevas tecnologías, como si lo están haciendo otros países de la región como Chile, Colombia, Brasil.</p>	<p>El Estado y el sector privado deberían estar a cargo de la inversión en nuevas tecnologías. Esta inversión en nuevas tecnologías depende de la convergencia entre el Estado y el sector privado, uno en busca del beneficio social y otro en busca del beneficio económico.</p>

## **7. CAPÍTULO VII. RACIONALIDAD ECONÓMICA DE LOS INCENTIVOS Y PROPUESTAS DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente tesis definió una metodología en la que, en base a un análisis contextual y comparativo con otros países, se establezcan factores de éxito, los cuales fueron evaluados y validados a través de entrevistas a expertos. En base a este análisis previo es que a continuación presentamos la racionalidad económica y el detalle de nuestras propuestas para la implementación de buses eléctricos en el transporte público de Lima Metropolitana.

### **7.1. Racionalidad económica de los incentivos propuestos**

Las propuestas de la presente tesis se sustentan en dos conceptos claves expuestos en capítulos anteriores: falla de mercado y externalidades. Como ya se mencionó en capítulos precedentes, el sector de transporte público en Lima presenta una falla de mercado, en donde las empresas transportistas no internalizan las externalidades negativas como la contaminación ambiental, contaminación acústica y accidentes de tránsito. Estas externalidades negativas no son consideradas en las decisiones de las empresas de transporte lo que ocasiona un costo social para las personas, ya que aumenta el riesgo de muerte y enfermedad. Es necesario identificar externalidades negativas y valorizar externalidades positivas para alcanzar un beneficio social.

El sector privado busca un retorno sobre su inversión y el gobierno busca a largo plazo generar beneficio social (esto es viable al establecerse cambios en las normas y exista una participación del sector público y privado). Estos cambios van de la mano con los factores críticos de éxito validados previamente con las entrevistas de expertos. Para obtener la viabilidad económica del proyecto se tiene que poner énfasis en el beneficio social y el equilibrio económico entre el privado y el estado.

Considerando lo antes expuesto, nuestra propuesta tiene como base la valorización de externalidades positivas que permitan compensar la inversión del estado en incentivos, proyectos y subsidios. El impacto de estos incentivos y externalidades positivas en el flujo de caja del inversionista permitirán obtener un VAN positivo, lo cual fomentará la implementación de buses eléctricos y el desuso de buses a diésel y GNV. Ante este escenario al existir una mayor oferta de buses

eléctricos, aumentarán las externalidades positivas y se reducirán las negativas con lo cual se alcanzará el beneficio social esperado.

## 7.2. Propuestas

Las propuestas de la investigación han sido elaboradas tomando en consideración los factores de éxito en otros países y en base a las entrevistas a expertos. Como se verá en la propuesta financiera, la inversión en un bus eléctrico significa un VAN negativo para el inversionista privado, es decir no le es rentable, sin embargo, socialmente es rentable ya que genera un beneficio social dado que hay una reducción en las externalidades negativas por la menor contaminación. Por lo tanto, al presentarse esta falla de mercado por las externalidades y teniendo en cuenta que se busca aumentar la oferta, vamos a hacer una propuesta acorde a lo que se viene haciendo en otros países, de incentivos normativos, tributarios y de financiamiento para incentivar el uso de buses eléctricos. A continuación, en la tabla 7.1 se presentan un resumen de las propuestas:

**Tabla 7.1 Propuestas de la Investigación**

<b>Tipo</b>	<b>Norma</b>	<b>Propuesta</b>
<b>Propuesta Normativa y Técnica de Homologación</b>	Reglamento Nacional de Vehículos (Decreto Supremo N° 058-2003 MTC)	Adaptar el reglamento nacional de vehículos con las nuevas tecnologías de vehículos como los buses eléctricos. Es requisito para la declaración en Aduanas (DAM).
	Reglamento Nacional de Tránsito (Decreto Supremo N° 033-2001 MTC)	Adaptar el reglamento nacional de tránsito con las nuevas tecnologías de vehículos como los buses eléctricos.
	Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley 25844)	Es de gran importancia crear un marco legal para la implementación y su retribución respectiva.
	Reglamento de Usuarios Libre de Electricidad (Decreto Supremo N° 022-2009-EM)	Para la recarga rápida con varios puntos requiere media tensión. Cambiar como clientes libres a empresas de buses eléctricos sería un gran incentivo, con esto reducirían sus tarifas y costos. El Ministerio de Energía y Minas es la encargada de modificar esta norma, lo ejecuta Osinergmin.
<b>Propuestas de Financiamiento</b>	Marco Regulatorio entre el Ministerio de Energía y Minas (MEM), el Ministerio de Economía y	Implementación de un marco regulatorio para habilitar los subsidios para la compra de buses eléctricos. Establecer un subsidio del 35% sobre la diferencia del valor de un bus eléctrico y un bus GNV a través del financiamiento con entidades financieras. Leasing de baterías.

	Finanzas (MEF) y el MINAM (Ministerio del Ambiente)	
	Programa de chatarreo	Creación del programa de chatarreo, mediante el cual se implemente bonos para comprar buses eléctricos.
	Ley del Impuesto a la Renta (Decreto Supremo N° 179-2004-EF)	1.- Depreciación acelerada de los buses eléctricos al plazo del contrato, no menor a 2 años. 2.- Los gastos de capacitación vinculados a tecnologías limpias se debe aplicar un factor de 1.5 para incentivar dicho rubro. Hasta un periodo equivalente a la vida útil del bus eléctrico.
<b>Propuestas Tributarios: Incentivos</b>	Ley del IGV e ISC (Decreto Supremo N° 055-99-EF)	1.- Reintegro anticipada del IGV por la inversión de los buses importados y/o pagados en la compra durante la etapa pre operativo del bus. 2.-. El reintegro tributario del IGV se aplicaría siempre que los mismos activos sean destinados a operaciones no gravadas con IGV. 3.- Reducir el ISC a las importaciones de vehículos eléctricos (buses) a 0%.
	Ley de Tributación Municipal (Decreto Legislativo N° 776)	Modificar la ley municipal para que los buses no paguen el 1% por impuesto vehicular.

Elaboración: Autores de la tesis

### 7.2.1 Propuestas normativas técnicas de homologación

En la actualidad existen limitaciones legales para que los vehículos eléctricos puedan implementarse en el Perú, ya que carece de un marco normativo donde se precise los detalles y especificaciones técnicas de los vehículos eléctricos para una adecuada homologación. Esta homologación permitirá adecuar los estándares de los vehículos eléctricos tanto para su importación, requisito exigible de SUNAT en la Declaración Aduanera de Mercancías (DAM), como para el Sistema Nacional de Tránsito Terrestre. Por lo tanto, se propone la modificación de las siguientes normas reglamentarias:

**Reglamento Nacional de Vehículos:** Aprobado por Decreto Supremo N° 058-2003 MTC y tiene como objetivo establecer los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos para que ingresen, se registren, transiten y operen en el Sistema Nacional de Transporte Terrestre (SNTT).

**Reglamento Nacional de Tránsito:** Este reglamento fue aprobado por Decreto Supremo N° 033-2001-MTC y tiene como objetivo regular el uso de las vías públicas terrestres. Asimismo, incluye disposiciones relacionadas al desplazamiento de personas, vehículos, animales y otras actividades relacionadas al transporte y el medio ambiente.

Por ello consideramos que es de necesidad básica adaptar el reglamento nacional de tránsito y el reglamento nacional de vehículos con las nuevas tecnologías de los vehículos, como por ejemplo los buses eléctricos, para que puedan tener un tránsito legalmente aceptado e incluirlo al Sistema Nacional de Tránsito Terrestre (SNTT).

Las modificaciones respecto a estas normas son de competencia del Ministerio de Transporte y comunicaciones (MTC) a través de la Dirección General de Transporte Terrestre en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Si bien es cierto, a través de la Resolución Ministerial N° 035-2018 MTC/01.02 publicada el 27 de enero del 2018 se creó un Comité de Homologación Vehicular, el cual evidencia que hay un avance respecto a estos cambios, pero el plazo para los resultados de este comité es de 12 meses contados a partir de la instalación del comité, estimamos según los plazos de la norma que se dé como máximo en el mes marzo del 2019. El plazo para estos resultados no debería ser más de 2 meses a partir de la fecha para no interferir o dilatar los proyectos de implementación de vehículos eléctricos en el Perú.

El reto es acelerar el desarrollo e implementar las fichas de homologación de los vehículos en un plazo que puede ir de 2 a 3 meses. Se debe buscar el apoyo, colaboración y asesoramiento de los representantes de otras entidades públicas y/o privadas, así como de la sociedad civil, con el objeto de cumplir este plazo.

### **7.2.2 Propuestas Tributarias**

En esta sección se detallan las propuestas tributarias en base al análisis comparativo y a los factores críticos de éxitos de otros países que implementaron o están en proceso de implementación. Asimismo, se han validado con expertos del rubro a través de entrevistas.

### ***Ley del Impuesto a la Renta (Decreto Supremo N° 179-2004-EF)***

1.- Implementar la depreciación acelerada de los buses eléctricos en un plazo igual a la del contrato no menor de 2 años. Se debe modificar el artículo 22° inciso b) del reglamento de la ley del impuesto a la renta incluyendo la depreciación acelerada o la emisión de una norma específica para la depreciación acelerada a través de un Decreto Legislativo.

2.- Los gastos por capacitación y mantenimiento vinculados directamente a la implementación de tecnologías limpias o ecológicas, se propone aplicar un factor de 1.5 (o 50% más del gasto) para fines de la deducción del impuesto a la renta de tercera categoría, hasta por un periodo equivalente a la vida útil del vehículo eléctrico. Se propone a una entidad técnica del Estado para que califique tal condición al contribuyente a fin de que pueda gozar de estos beneficios ante SUNAT.

### ***Ley del IGV e ISC (Decreto Supremo N° 055-99-EF)***

Se propone el Reintegro tributario del IGV por la inversión de los buses eléctricos en la etapa preoperativa. Se propone modificar la Ley N° 28754 y el Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 110-2017-EF, Ley que elimina sobrecostos en la provisión de obras públicas de infraestructura y de servicios públicos mediante inversión público o privada, donde se incluya a la implementación de buses eléctricos en el sistema de transporte público.

### ***Ley de Tributación Municipal (Decreto Legislativo N° 776)***

Modificar la ley de tributación municipal en el artículo 33° donde se señale que los buses y demás vehículos a motor eléctrico, estén exonerados al pago del 1% por impuesto al patrimonio vehicular.

## **7.2.3 Propuestas de financiamiento**

### ***7.2.3.1 Para la adquisición de buses eléctricos***

Una de las principales barreras de entrada para la implementación de buses eléctricos en el transporte público es el costo de adquisición. Debido a que se trata de

tecnología nueva, los fabricantes de buses eléctricos aún no logran establecer economías de escala que permitan reducir los precios. Considerando lo antes expuesto y teniendo en cuenta el análisis comparativo realizado en el capítulo 6, a continuación, presentamos propuestas que ya han sido implementada en otros países y que lograrían mitigar el efecto del alto costo de adquisición de buses:

**1. Implementar un marco regulatorio entre el MEM, MEF y MINAM:**

Dentro de nuestra propuesta normativa se establecen modificaciones a las normas generales de vehículos en el Perú, no obstante, es necesario establecer un marco regulatorio entre el Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Economía y Finanzas y Ministerio del Ambiente para establecer las bases y normas necesarias para permitir el uso de subsidios y creación de fondos para la inversión en buses eléctricos. Asimismo, para promover el financiamiento y adquisición de buses eléctricos en el transporte público será necesario la participación de entidades públicas y privadas, siendo las principales: el MEM, MEF, MINAM, SBS, entidades financieras y operadores (empresas de transporte público en Lima).

- 2. Subsidio por parte del estado por la adquisición de buses eléctricos:** El principal incentivo para que el sector privado decida invertir en buses eléctricos es que el estado permita subsidiar la adquisición. Nuestra propuesta establece un subsidio del 35% de la diferencia entre el precio de un bus eléctrico y un bus GNV, el cálculo para la obtención del porcentaje de subsidio se analizará en nuestra propuesta financiera. El valor subsidiado no podrá exceder la brecha entre el costo de adquisición de un bus eléctrico y el costo de adquisición de un bus a GNV<sup>55</sup>, asimismo en caso de contar con un bono de chatarreo este será tomado en cuenta como parte del subsidio. El plazo de vigencia del subsidio será como máximo de cinco años. El subsidio solo se aplicará para el reemplazo de buses GNV, es decir, será necesario que la empresa de transporte deje de usar un bus GNV operativo para reemplazarlo por un bus eléctrico, más no aplicará cuando se desee adquirir un bus eléctrico y se mantenga la flota actual de buses GNV, con esto buscamos que en un periodo de cinco años, las flotas de buses de transporte público aprovechen el subsidio y estimamos un porcentaje de flota del 70% de buses a gas y 30% de

---

<sup>55</sup> <https://negocios.elpais.com.uy/noticias/subsidiaran-cambio-buses-electricos.html>

buses eléctricos. El sustento para que el estado decida aprobar este subsidio es el beneficio social generado por la reducción de contaminación, puntos que serán expuestos en la valorización de externalidades.

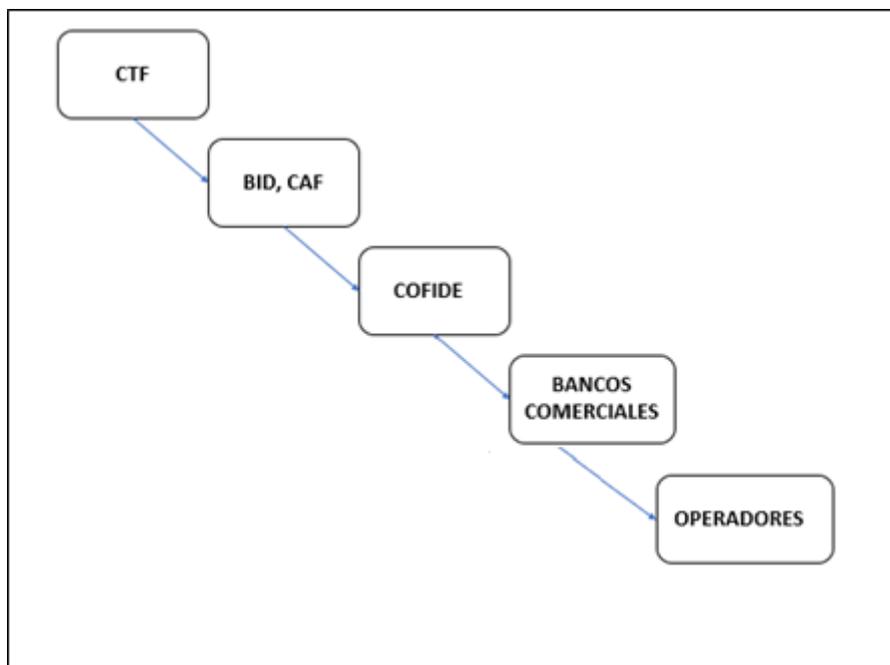
3. **Esquema de financiamiento:** Nuestra propuesta de esquema de financiamiento parte de establecer una coordinación con entidades como el CIF (Climate Investment Funds) y el BID (Banco Interamericano de Desarrollo). El CIF cuenta con un fondo de USD 8 billones para promover proyectos de cambio climático. Estos recursos son mantenidos en un fideicomiso por el banco mundial y son distribuidos a través de donaciones y préstamos con condiciones favorables a los países receptores a través de los bancos multilaterales de desarrollo<sup>56</sup>, en el caso del Perú el BID o el CAF (revisar Anexo III). El estado financiará la implementación de buses eléctricos a través de estos préstamos con condiciones favorables o donaciones y los fondos deberán ser administrados por COFIDE (Corporación Financiera de Desarrollo). La evaluación y aprobación del financiamiento la tendrán a cargo las entidades financieras, para lo cual deberá existir el marco regulatorio antes mencionado y un contrato marco. El subsidio del 35% de la diferencia entre el precio de un bus GNV y un eléctrico, se dará una vez que la entidad financiera informe a COFIDE que el operador cumple con todas las exigencias técnicas y normativas, además de contar con las garantías necesarias para asegurar el proyecto. Adicionalmente proponemos que con la finalidad de reducir la tasa de financiamiento se pueda emplear un fideicomiso para el pago de la deuda, revisar Anexo XX, sin embargo, no lo consideramos parte de nuestra propuesta final. La figura 7.1 muestra el esquema de financiamiento para la adquisición de buses eléctricos.
4. **Leasing de batería:** El 50% del costo de un bus eléctrico lo representa el costo de la batería. Países como China y Colombia en la actualidad han brindado facilidades para financiar solo la adquisición de las baterías. Nuestra propuesta inicial radica en brindar un subsidio para financiar la adquisición de un bus eléctrico por reemplazo, sin embargo, para aquellos casos que no sean

---

<sup>56</sup> <https://www.climateinvestmentfunds.org/finances>

por reemplazo, proponemos la financiación de la batería a través de leasing con lo cual los operadores tendrán el beneficio por depreciación acelerada.

**Figura 7.1 Esquema de Financiamiento de buses eléctricos**



Elaboración: Autores de la tesis

### **7.2.3.2 Propuesta programa de chatarreo**

El programa de chatarreo del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) fue creado mediante el Decreto Supremo N° 023-2011-MTC se implementó en el 2011 con el fin de hacer un cambio de matriz energética y así mejorar la calidad del medio ambiente. Se buscaba cambiar los vehículos que usaban petróleo por vehículos que usen GNV.<sup>57</sup>

El programa de chatarreo fue complementado por diversas resoluciones ministeriales y directorales MTC para lograr que los vehículos con 15 años o más de antigüedad se retiren del parque automotor y se reemplacen por vehículos más eficientes y menos contaminantes.<sup>58</sup>

<sup>57</sup> [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/directivas/1\\_0\\_1734\\_.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/directivas/1_0_1734_.pdf)

<sup>58</sup> <http://namasenergia.minem.gob.pe/Content/fileman/Uploads/Images/menu-centroinformacion/Diagn%C3%B3stico%20NAMA%20Transporte%20Limpio.pdf>

El bono de chatarreo está destinado a vehículos de categoría M1 a nivel nacional y para acceder a dicho bono se tiene que presentar diversos documentos que sustenten la propiedad del vehículo, no adeuda con el gobierno y la revisión técnica. Seguido de los documentos mencionados debe ir acompañado de un crédito pre-aprobado por una entidad financiera para la compra de un nuevo vehículo de los proveedores registrados y todo esto ante la presencia de El Certificador (Entidad Certificadora del Proceso de Chatarreo de Vehículos). El beneficio es un bono de chatarreo equivalente a siete mil soles (S/. 7,000) y se utiliza exclusivamente para adquirir el nuevo vehículo de los proveedores registrados.

En la actualidad, la tecnología ha mejorado en todos los campos y el transporte no es la excepción, por eso se propone que la renovación del parque automotor se realice para buses eléctricos. La renovación del parque automotor se debe realizar por etapas, comenzando por Lima Metropolitana incentivando a las personas y/o empresas que los vehículos diésel y los vehículos a GNV con más de 15 años de antigüedad se reemplacen por vehículos eléctricos y este nuevo esquema tiene que ser más persuasivo, logrando otorgar un bono más atractivo que el programa de chatarreo que equivale a cincuenta mil soles (S/ 50,000).

El programa de bono de chatarreo no está vigente, pero la Municipalidad de Lima sigue implementando el programa de chatarreo para el transporte público para vehículos con más de 20 años de antigüedad y los requisitos para acceder a este programa es similar al que promovió el MTC, pero enfocado al transporte público.

El programa de chatarreo implementado por Municipalidad de Lima sigue varias etapas que se resumen en presentación documentaria, ingreso a planta de chatarreo, baja de circulación y pago de incentivo, este último se paga mediante un cheque y está en función a la antigüedad y tipo de vehículo.<sup>59</sup> En la figura 7.2 se muestra las escalas de los incentivos económicos y en la figura 7.3 el proceso de chatarreo en la planta de chatarreo.

---

<sup>59</sup> [http://www.protransporte.gob.pe/programa\\_de\\_chatarreo.pdf](http://www.protransporte.gob.pe/programa_de_chatarreo.pdf)

**Figura 7.2 Certificado de Chatarreo**

Tipo de Vehículo	Antigüedad	Certificado de Chatarreo (US\$)
Camioneta Rural (de 10 a 16 asientos)	De 20 a 24 años	5,000
	De 25 a más años	4,000
Microbús (de 17 a 33 asientos)	De 20 a 24 años	7,500
	De 25 a más años	6,000
Ómnibus (de 34 asientos a más)	De 20 a 24 años	10,000
	De 25 a más años	8,000

Fuente: Protransporte

**Figura 7.3 Proceso de Chatarreo**



Fuente: Protransporte

Al proponer un cambio en el programa de chatarreo se debe considerar a los vehículos eléctricos y considerando un cambio sustancial en el bono de chatarreo, es decir, por el vehículo antiguo y de tecnología desfasada se debe dar una cantidad de dinero que permita financiar el inicial en la compra de un vehículo eléctrico, de esta forma se incentiva a las personas a comprar vehículos eléctricos, este incentivo debe equivaler a cincuenta mil soles (S/50,000), dicho bono debe estar condicionado a comprar un bus eléctrico, previa pre-aprobación de crédito con entidad financiera. De igual forma el gobierno deberá controlar las autorizaciones que se otorguen a las plantas especializadas de chatarreo. Con este programa estamos logrando incentivar la inversión en vehículos eléctricos, porque estos tipos de vehículos tienen como barrera el alto precio y por ende el financiamiento.

### **7.3 Propuesta Financiera**

En esta sección se presenta un análisis comparativo de los flujos económicos y financieros que corresponde a la adquisición y puesta en operación de un bus eléctrico versus un bus a gas natural GNV en condiciones actuales del mercado.

Este análisis nos permitirá determinar la rentabilidad que genera cada tipo de bus y el VAN económico y financiero por un periodo de 10 años, considerando la vida útil de un bus, información que será de utilidad a los stakeholder para la implementación del proyecto.

Los supuestos considerados para la elaboración de los flujos se detallan en el anexo V y VI.

#### **7.3.1 Análisis financiero sin incentivos**

Se presentará la evaluación financiera sin ningún tipo de incentivos, la información de los supuesto considerados se encuentran detallados en el Anexo V.

#### **Análisis de los flujos económicos**

Para la elaboración del flujo económico se consideró un costo de capital desapalancado (Koa) de 15.22%, el cálculo de esta tasa se muestra en el Anexo V.

En las tablas 7.2 y 7.3 se presentan los flujos económicos por cada tipo de buses para determinar el VAN económico y la tasa interna de retorno TIR del proyecto de inversión.

**Tabla 7.2 Flujo de caja económico: Bus eléctrico**

<b>Flujo de caja económico: Bus Eléctrico</b>											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos de operación	0.0	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5
Egresos de operación	0.0	-253.7	-253.7	-253.7	-245.5	-245.5	-337.2	-337.2	-337.2	-337.2	-337.2
Flujo de operación	0.0	323.8	323.8	323.8	332.0	332.0	240.3	240.3	240.3	240.3	240.3
Inversión en activos	-1,111.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos IGV (Bus)	-193.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión en capital de trabajo	-194.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación de capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	194.3
Flujo de Inversión	-1,499.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	194.3
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-1,499.7</b>	<b>323.8</b>	<b>323.8</b>	<b>323.8</b>	<b>332.0</b>	<b>332.0</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>434.6</b>
VAN	30.7										
Koa	15.22%										
TIR económica	15.8%										

Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 7.3 Flujo de caja económico: Bus GNV**

<b>Flujo de caja económico: Bus GNV</b>											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos de operación	0.0	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5
Egresos de operación	0.0	-339.1	-339.1	-339.1	-335.8	-335.8	-371.5	-371.5	-371.5	-371.5	-371.5
Flujo de operación	0.0	238.3	238.3	238.3	241.6	241.6	205.9	205.9	205.9	205.9	205.9
Inversión en activos	-430.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos IGV (Bus)	-77.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión en capital de trabajo	-254.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación de capital de tra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	254.9
Flujo de Inversión	-762.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	254.9
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-762.4</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>241.6</b>	<b>241.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
VAN	436.0										
Koa	15.22%										
TIR económica	28.7%										

Elaboración: Autores de la tesis

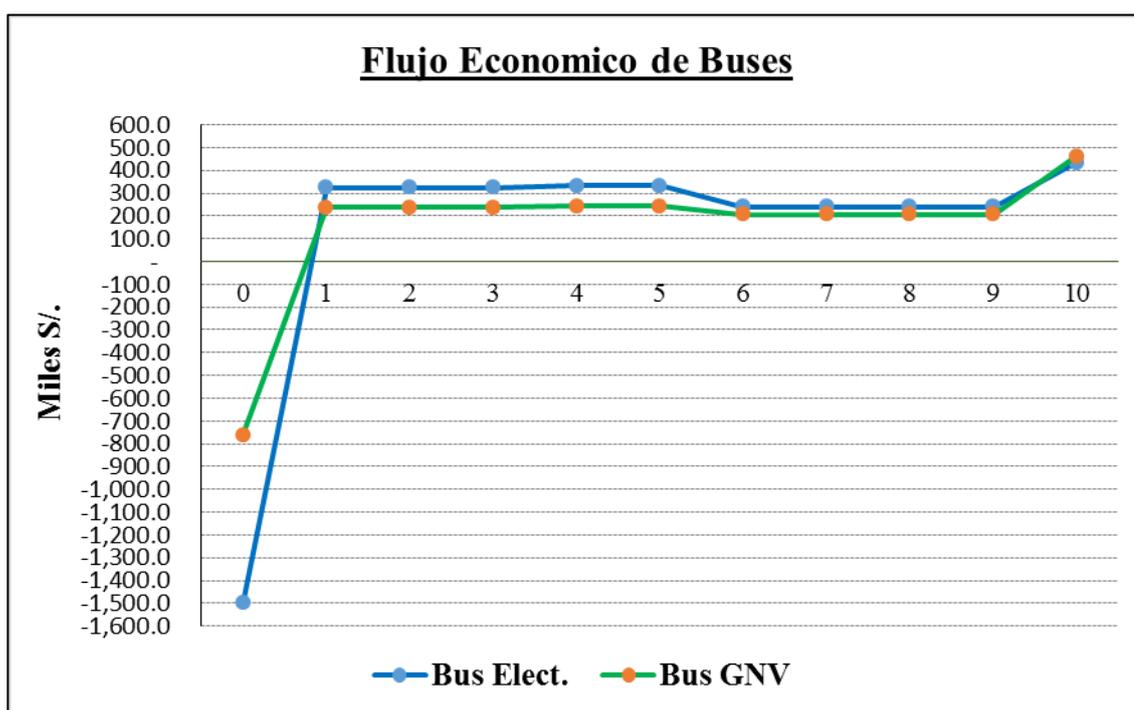
### Resultados de los flujos económicos sin incentivos

Los resultados de los flujos económicos determinan que el VAN económico del bus eléctrico resulta en S/. 30.7M, en comparación con el VAN del bus a GNV que asciende a S/.436.0M. Así mismo se determinó un TIR económico de 15.8% del bus eléctrico frente a un TIR económico alcanzado por el bus GNV de 28.7%.

Estos indicadores muestran que sería más rentable invertir en buses a GNV en vista que se obtendría mejores resultados de la inversión, desde el punto de vista del inversionista.

En la figura 7.4 se muestra las tendencias de los flujos económicos de los buses eléctricos y buses a GNV.

**Figura 7.4 Tendencia del flujo económico de buses**



Elaboración: Autores de la tesis

En la Figura 7.4 se puede apreciar que el flujo económico de los buses eléctricos es mayor a los flujos de los buses a GNV en todo el periodo de vida útil del proyecto, sin embargo, la inversión inicial en la adquisición de los buses muestra una diferencia importante. La inversión en activos y capital de trabajo para el proyecto de buses eléctricos representa 96.7% más respecto a la inversión considerada para buses a GNV.

### **Análisis del flujo financiero**

Para la elaboración de los flujos financieros se considera una tasa de 12% para el de costo de financiamiento a un plazo es de 5 años. Así mismo se considera que el financiamiento será sobre el 80% del valor para cada tipo de bus.

Para el cálculo del VAN financiero se consideró un costo del capital ( $K_e$ ) de 24.32%, las variables consideradas para el cálculo de esta tasa se muestran detalladas en el Anexo V.

En las tablas 7.4 y 7.5 se muestran los flujos financieros de los proyectos de implementación de un bus eléctrico y GNV.

**Tabla 7.4 Flujo de caja financiero: Bus eléctrico**

<b>Flujo de caja financiero: Bus Eléctrico</b>											
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Flujo de caja económico	-1,499.7	323.8	323.8	323.8	332.0	332.0	240.3	240.3	240.3	240.3	434.6
Préstamos	860.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Servicio de la deuda (C+I)	0.0	-226.5	-226.5	-226.5	-226.5	-226.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Escudo Fiscal (Intereses)	0.0	26.9	22.1	16.7	10.7	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Flujo de caja financiero</b>	<b>-639.3</b>	<b>124.2</b>	<b>119.4</b>	<b>114.0</b>	<b>116.2</b>	<b>109.5</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>434.6</b>
<b>VAN</b>	<b>-74.6</b>										
<b>Ke</b>	<b>24.32%</b>										
<b>TIR financiero</b>	<b>21.2%</b>										

Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 7.5 Flujo de caja financiero: Bus GNV**

<b>Flujo de caja financiero: Bus GNV</b>											
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Flujo de caja económico	-762.4	238.3	238.3	238.3	241.6	241.6	205.9	205.9	205.9	205.9	460.8
Préstamos	344.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Servicio de la deuda (C+I)	0.0	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Escudo Fiscal (Intereses)	0.0	10.7	8.8	6.7	4.3	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Flujo de caja financiero</b>	<b>-418.3</b>	<b>158.5</b>	<b>156.6</b>	<b>154.4</b>	<b>155.3</b>	<b>152.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
<b>VAN</b>	<b>225.4</b>										
<b>Ke</b>	<b>24.32%</b>										
<b>TIR financiero</b>	<b>38.7%</b>										

Elaboración: Autores de la tesis

### Resultados de los flujos financieros sin incentivos

En el análisis de ambos flujos financieros se muestra que el servicio de la deuda ha mantenido la misma tendencia de viabilidad respecto del VAN económico de ambos proyectos.

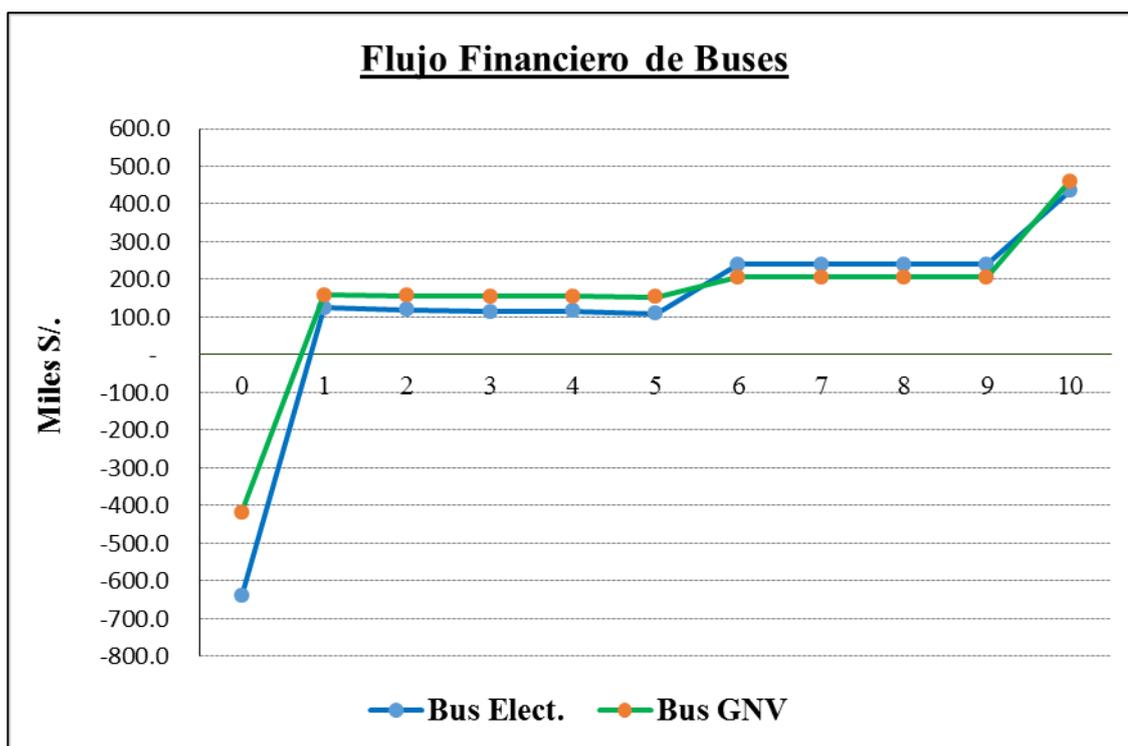
El VAN financiero para el bus eléctrico resulta negativo en -S/74.6M y el VAN del bus GNV es de S/225.4M, siendo menor este último al obtenido en el VAN económico que se calculó en S/436.0M. Así mismo el resultado del TIR financiero tuvo la misma tendencia, se obtuvo un TIR financiero de 21.2% del bus eléctrico frente al TIR financiero de 38.7% para el bus a GNV.

Estos resultados nos indican que el financiamiento directo a través de los bancos no permitiría obtener la rentabilidad esperada de los buses eléctricos al presentar un VAN negativo, haciendo que el proyecto no sea viable. Sin embargo, para el caso de los buses a GNV el resultado muestra que el financiamiento sigue siendo una herramienta importante, porque aún mantendría el VAN positivo, aunque en menor

grado. Desde el punto de vista de los privados, sus inversiones se orientarían hacia los buses a GNV debido a que obtendrían un VAN mayor con una menor inversión.

En la figura 7.5 se muestra las tendencias de los flujos financieros de los buses eléctricos y buses a GNV.

**Figura 7.5 Tendencia del Flujo Financiero de Buses**



Elaboración: Autores de la tesis

En la Figura 7.5 se puede ver que en los primeros 5 años el flujo financiero del bus a GNV es mayor al del bus eléctrico, esto se da principalmente por el menor gasto de financiamiento que genera valor del bus GNV, siendo menor su valor de adquisición en 40% respecto al valor de un bus eléctrico. Sin embargo, a partir del año 6 los resultados de los flujos financieros se revierten con el término del plazo de financiamiento y haciendo prevalecer los menores gastos operativos que resultan la implementación de buses eléctricos.

La mayor inversión en buses eléctricos es una de las principales limitaciones que los inversionistas no estarían dispuestos a realizar, sabiendo que en condiciones actuales serían menos viables que un proyecto con buses a GNV, resultando necesario la participación del Estado para promover el cambio de tecnología en el transporte

público, a través de facilidades de financiamiento, subsidios e incentivos fiscales y cambios en las normativas vigentes.

### 7.3.2 Análisis Financiero con incentivos

Los incentivos propuestos serán considerados solo en los flujos económicos y financieros para el proyecto de buses eléctricos. Para el caso de los buses a GNV se mantendrán las mismas condiciones de la evaluación financiera sin incentivos.

#### Análisis del flujo económico con incentivos

Para la elaboración del flujo económico se consideró un costo de capital desapalancado (Koa) de 15.22%, el cálculo de esta tasa se muestra en el Anexo V.

En las tablas 7.6 y 7.7 se presentan los flujos económicos por cada tipo de buses para determinar la rentabilidad anual y el VAN económico del proyecto de inversión.

**Tabla 7.6 Flujo de caja económico con incentivos: Bus eléctrico**

<b>Flujo de caja económico: Bus Eléctrico</b>											
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Ingresos de operación	0.0	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5
Egresos de operación	0.0	-259.1	-259.1	-259.1	-259.1	-259.1	-337.2	-337.2	-337.2	-337.2	-337.2
Flujo de operación	0.0	318.4	318.4	318.4	318.4	318.4	240.3	240.3	240.3	240.3	240.3
Inversión en activos	-1,111.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos IGV (Bus)	-193.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Reintegro Impuestos IGV (Bus)	193.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión en capital de trabajo	-194.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación de capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	194.34
Flujo de Inversión	-1,306.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	194.3
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-1,306.1</b>	<b>318.4</b>	<b>318.4</b>	<b>318.4</b>	<b>318.4</b>	<b>318.4</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>434.6</b>
<b>VAN</b>	<b>197.6</b>										
<b>Koa</b>	<b>15.22%</b>										
<b>TIR económica</b>	<b>19.2%</b>										

Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 7.7 Flujo de caja económico: Bus GNV**

<b>Flujo de caja económico: Bus GNV</b>											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos de operación	0.0	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5
Egresos de operación	0.0	-339.13	-339.13	-339.13	-335.84	-335.84	-371.51	-371.51	-371.51	-371.51	-371.51
Flujo de operación	0.0	238.3	238.3	238.3	241.6	241.6	205.9	205.9	205.9	205.9	205.9
Inversión en activos	-430.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos IGV (Bus)	-77.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión en capital de trabajo	-254.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación de capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	254.86
Flujo de Inversión	-762.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	254.9
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-762.4</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>241.6</b>	<b>241.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
<b>VAN</b>	<b>436.0</b>										
<b>Koa</b>	<b>15.22%</b>										
<b>TIR económica</b>	<b>28.7%</b>										

Elaboración: Autores de la tesis

### **Resultados de los flujos económicos, con incentivos para el bus eléctrico.**

El resultado del flujo económico del bus eléctrico nos muestra un VAN económico de S/. 197.6M, esto con el subsidio del 35% que se otorgaría para conseguir una mayor rentabilidad financiera que la del bus a GNV. Por el contrario, se determinó un TIR económico de 19.2% del Bus Eléctrico frente a un TIR económico de 28.7% del bus a GNV.

### **Análisis del flujo financiero, con incentivos para el bus eléctrico.**

Para la elaboración de los flujos financieros se considera una tasa de 12% para el costo de financiamiento a un plazo es de 5 años. Así mismo se mantiene el financiamiento del 80% sobre una base que resulte de la diferencia entre el valor del bus eléctrico y el subsidio propuesto.

El subsidio propuesto representa el 35.0% de la diferencia entre el valor de un bus eléctrico y uno a GNV, la misma que se muestra en la tabla 7.8. Esto con el objetivo de elevar la rentabilidad e incentivar a los inversionistas.

**Tabla 7.8 Subsidio por la compra del bus eléctrico (35.0%)**

Concepto	Valor Bus Soles
Bus Electrico	1,075,390
Bus GNV	430,156
<b>Diferencia</b>	<b>645,234</b>
Porcentaje del Subsidio (Diferencia)	35.00%
<b>Subsidio Mínimo Final</b>	<b>225,832</b>

Elaboración: Autores de la tesis

Para el cálculo del VAN financiero se consideró un costo del capital (Ke) de 24.32%, las variables consideradas para el cálculo de esta tasa se muestran detalladas en el Anexo V.

En las Tablas 7.9 y 7.10 se presentan los flujos financieros para la adquisición de un bus eléctrico y GNV.

**Tabla 7.9 Flujo de caja financiero con incentivos: Bus Eléctrico**

Flujo de caja financiero: Bus Eléctrico											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja económico	-1,306.1	318.4	318.4	318.4	318.4	318.4	240.3	240.3	240.3	240.3	434.6
Préstamos	679.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subsidio por la compra	225.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Servicio de la deuda (C+I)	-	-178.9	-178.9	-178.9	-178.9	-178.9	-	-	-	-	-
Escudo Fiscal (Intereses)	-	21.2	17.4	13.2	8.4	3.1	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja financiero</b>	<b>-400.6</b>	<b>160.7</b>	<b>156.9</b>	<b>152.7</b>	<b>147.9</b>	<b>142.6</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>240.3</b>	<b>434.6</b>
VAN	262.4										
Ke	24.32%										
TIR financiero	41.2%										

Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 7.10 Flujo de caja financiero: Bus GNV**

Flujo de caja financiero: Bus GNV											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja económico	-762.4	238.3	238.3	238.3	241.6	241.6	205.9	205.9	205.9	205.9	460.8
Préstamos	344.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subsidio por la compra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Servicio de la deuda (C+I)	-	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	-	-	-	-	-
Escudo Fiscal (Intereses)	-	10.7	8.8	6.7	4.3	1.6	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja financiero</b>	<b>-418.3</b>	<b>158.5</b>	<b>156.6</b>	<b>154.4</b>	<b>155.3</b>	<b>152.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
VAN	225.4										
Ke	24.32%										
TIR financiero	38.7%										

Elaboración: Autores de la tesis

## **Resultados de los flujos financieros con incentivos para el bus eléctrico**

En el análisis de estos flujos financieros se puede observar que el servicio de la deuda sigue manteniendo una rentabilidad para el proyecto de los buses eléctricos. Así mismo, se determinó un VAN financiero de S/262.4M para el bus eléctrico el cual resulta mayor al VAN del bus GNV que asciende a S/.225.4M. Así mismo el resultado del TIR financiero tuvo la misma tendencia, se obtuvo un mayor TIR financiero de 41.2% del bus eléctrico frente al TIR financiero de 38.7% para el bus a GNV.

Estos resultados muestran que sería más rentable invertir en buses eléctricos considerando los incentivos propuestos (subsido mayor al 35.0% e incentivos fiscales), porque se obtendría mejores resultados desde el punto de vista del inversionista privado, haciendo el proyecto más viable.

El financiamiento sumado a los subsidios e incentivos propuestos sería una herramienta importante para la implementación de los buses eléctricos, porque los rendimientos que se obtendrían serían mejores que la adquisición de buses a GNV, desde el punto de vista de los inversionistas.

### **7.3.3 Análisis de sensibilidad**

En la presente tesis hemos usado el software @risk que permite realizar análisis de riesgo tomando en cuenta diversos escenarios y las probabilidades de cada una de estas. Además, se han tomado 500 interacciones para hacer nuestro análisis.

Para lograr sensibilizar nuestro modelo económico nos basamos en los precios históricos de la electricidad y GNV de los últimos cuatro años de manera mensual. Lo primero que hemos realizado es recabar la información de precios históricos mensuales en soles, según se observa en la tabla 7.11, posteriormente hemos hecho una regresión lineal entre los precios históricos, con la finalidad de encontrar la ecuación que relaciona ambos precios y la tendencia futura de los mismos. Ver figura 7.6

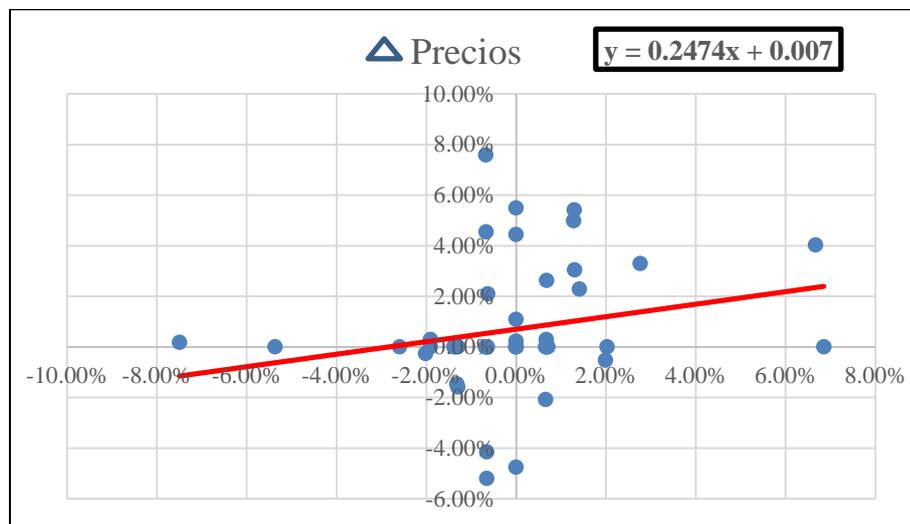
**Tabla 7.11 Precios históricos de Electricidad y GNV**

Precios				
Mes	Electricidad	GNV	▲ %	▲ %
Ene-14	0.13590	1.49		
Feb-14	0.13630	1.5	0.67%	0.29%
Mar-14	0.13630	1.49	-0.67%	0.00%
Abr-14	0.14250	1.48	-0.67%	4.55%
May-14	0.15330	1.47	-0.68%	7.58%
Jun-14	0.15330	1.46	-0.68%	0.00%
Jul-14	0.15330	1.44	-1.37%	0.00%
Ago-14	0.14600	1.44	0.00%	-4.76%
Set-14	0.14600	1.45	0.69%	0.00%
Oct-14	0.15080	1.49	2.76%	3.29%
Nov-14	0.15040	1.46	-2.01%	-0.27%
Dic-14	0.15040	1.56	6.85%	0.00%
Ene-15	0.15790	1.58	1.28%	4.99%
Feb-15	0.16120	1.57	-0.63%	2.09%
Mar-15	0.16120	1.54	-1.91%	0.00%
Abr-15	0.16120	1.54	0.00%	0.00%
May-15	0.16610	1.56	1.30%	3.04%
Jun-15	0.16610	1.55	-0.64%	0.00%
Jul-15	0.17510	1.57	1.29%	5.42%
Ago-15	0.17550	1.57	0.00%	0.23%
Set-15	0.17600	1.54	-1.91%	0.28%
Oct-15	0.17320	1.52	-1.30%	-1.59%
Nov-15	0.17320	1.53	0.66%	0.00%
Dic-15	0.17320	1.53	0.00%	0.00%
Ene-16	0.18270	1.53	0.00%	5.48%
Feb-16	0.17890	1.54	0.65%	-2.08%
Mar-16	0.17890	1.52	-1.30%	0.00%
Abr-16	0.16960	1.51	-0.66%	-5.20%
May-16	0.16870	1.54	1.99%	-0.53%
Jun-16	0.16870	1.5	-2.60%	0.00%
Jul-16	0.16870	1.5	0.00%	0.00%
Ago-16	0.17550	1.6	6.67%	4.03%
Set-16	0.17580	1.48	-7.50%	0.17%
Oct-16	0.17770	1.48	0.00%	1.08%
Nov-16	0.18560	1.48	0.00%	4.45%
Dic-16	0.18560	1.51	2.03%	0.00%
Ene-17	0.18560	1.52	0.66%	0.00%
Feb-17	0.17790	1.51	-0.66%	-4.15%

Mar-17	0.17530	1.49	-1.32%	-1.46%
Abr-17	0.17530	1.48	-0.67%	0.00%
May-17	0.17530	1.49	0.68%	0.00%
Jun-17	0.17530	1.48	-0.67%	0.00%
Jul-17	0.17530	1.48	0.00%	0.00%
Ago-17	0.17990	1.49	0.68%	2.62%
Set-17	0.17990	1.41	-5.37%	0.00%
Oct-17	0.17990	1.42	0.71%	0.00%
Nov-17	0.18400	1.44	1.41%	2.28%
Dic-17	0.18400	1.42	-1.39%	0.00%

Fuente: OSINERGMIN

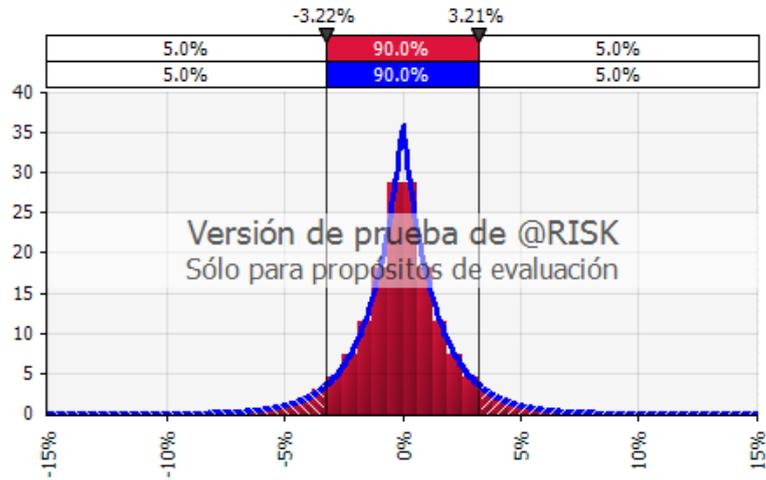
**Figura 7.6 Regresión Lineal**



Elaboración: Autores de la tesis

A continuación, procedemos a realizar la distribución Laplace para el precio histórico del GNV, se detalla en la figura 7.7, obteniendo el resultado “=RiskLaplace(0;0.019732;RiskName(“%”))” que es igual a 0.000%, ver tabla 7.12, posteriormente para obtener la distribución Laplace del precio de la electricidad, ver figura 7.8, se tiene que calcular el output de tomar el resultado de la distribución Laplace del precio de GNV e incluirlo dentro de la ecuación de la regresión, ver tabla 7.12. Los resultados encontrados en ambos casos son los precios que se utilizarán para proyectar los precios de la electricidad y GNV, como resultado podemos modelar nuestro flujo de caja.

**Figura 7.7 Distribución LaPlace - Precio Historico del GNV**



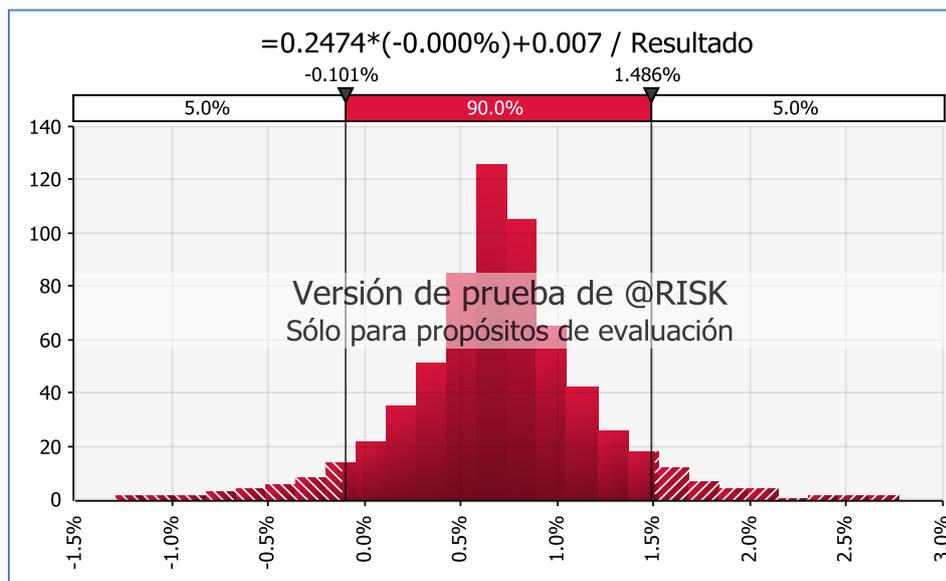
Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 7.12 Distribución Laplace**

		<b>Resultado</b>
<b>Distribución Laplace Electricidad</b>	$=0.2474*(0.000\%)+0.007$	<b>0.700%</b>
<b>Distribución Laplace GNV</b>	$=RiskLaplace(0;0.019732;RiskName("%"))$	<b>-0.000%</b>

Elaboración: Autores de la tesis

**Figura 7.8 Distribución LaPlace- precio historico de la electricidad**



Elaboración: Autores de la tesis

La distribución Laplace del precio de la electricidad depende de la distribución Laplace del precio de GNV. Con base al análisis de la regresión lineal con las distribuciones Laplace de los precios históricos de la electricidad y GNV, podemos proyectar los precios de ambas fuentes de energía para los próximos diez años, ver figura 7.9 y tabla 7.13, con ello obtenemos los costos operativos finales proyectados.

**Figura 7.9 Proyección de Precios**

	Año 1	Año 2	Año 3	.....	Año 10
<b>Electricidad</b>	P1	$P1 \times (1 + 0.700\%)$	$P2 \times (1 + 0.700\%)$	.....	$P9 \times (1 + 0.700\%)$
<b>GNV</b>	P1	$P1 \times (1 + 0.000\%)$	$P2 \times (1 + 0.000\%)$	.....	$P9 \times (1 + 0.700\%)$

Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 7.13 Proyección de Costos Operativos**

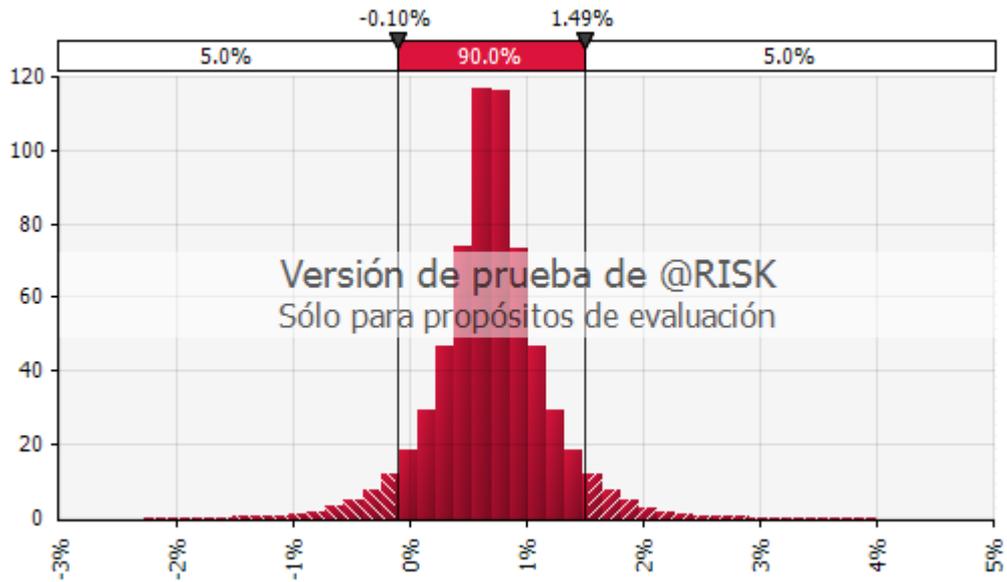
PRECIOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Buses eléctricos	0.073	0.074	0.074	0.075	0.075	0.076	0.076	0.077	0.077	0.078
Buses GNV	0.458	0.458	0.458	0.458	0.458	0.458	0.458	0.458	0.458	0.458
<b>CONSUMO DE ENERGIA</b>										
Buses eléctricos	6,268	6,312	6,356	6,401	6,446	6,491	6,536	6,582	6,628	6,674
Buses GNV	15,389	15,389	15,389	15,389	15,389	15,389	15,389	15,389	15,389	15,389
<b>COSTOS OPERATIVOS</b>										
Buses eléctricos	194,343	194,487	194,633	194,780	194,927	195,076	195,226	195,377	195,528	195,681
Buses GNV	254,859	254,859	254,859	254,859	254,859	254,859	254,859	254,859	254,859	254,859

Elaboración: Autores de la tesis

Con los resultados obtenidos se modela nuestro flujo, porque se modifica nuestros costos operativos obteniendo un nuevo VAN financiero para el flujo de bus eléctrico y flujo de bus GNV.

Por otro lado, para sensibilizar aún más nuestro flujo de caja, se ha optado en hallar la distribución normal para la inversión con una desviación estándar de +/- 10%, ver figura 7.10, con ello obtenemos el resultado de 0.00% el cual es modelado en el flujo de caja.

**Figura 7.10 Distribución Normal +/- 10%**



Elaboración: Autores de la tesis

En tabla 7.14 y tabla 7.15 se observa los resultados obtenidos para el VAN Financiero del bus eléctrico y GNV.

**Tabla 7.14 Flujo de caja Financiero Modelado del Bus Eléctrico**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja económico	-1,306.1	318.4	318.3	318.2	318.1	318.0	239.8	239.7	239.6	239.5	433.7
Préstamos	679.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subsidio por la compra	225.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Servicio de la deuda (C+I)	-	-178.9	-178.9	-178.9	-178.9	-178.9	-	-	-	-	-
Escudo Fiscal (Intereses)	-	21.2	17.4	13.2	8.4	3.1	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja financiero</b>	<b>-400.6</b>	<b>160.7</b>	<b>156.8</b>	<b>152.5</b>	<b>147.6</b>	<b>142.2</b>	<b>239.8</b>	<b>239.7</b>	<b>239.6</b>	<b>239.5</b>	<b>433.7</b>
VAN	261.4										
Ke	24.32%										
TIR financiero	41.2%										

Elaboración: Autores de la tesis

**Tabla 7.15 Flujo de caja Financiero Modelado del Bus GNV.**

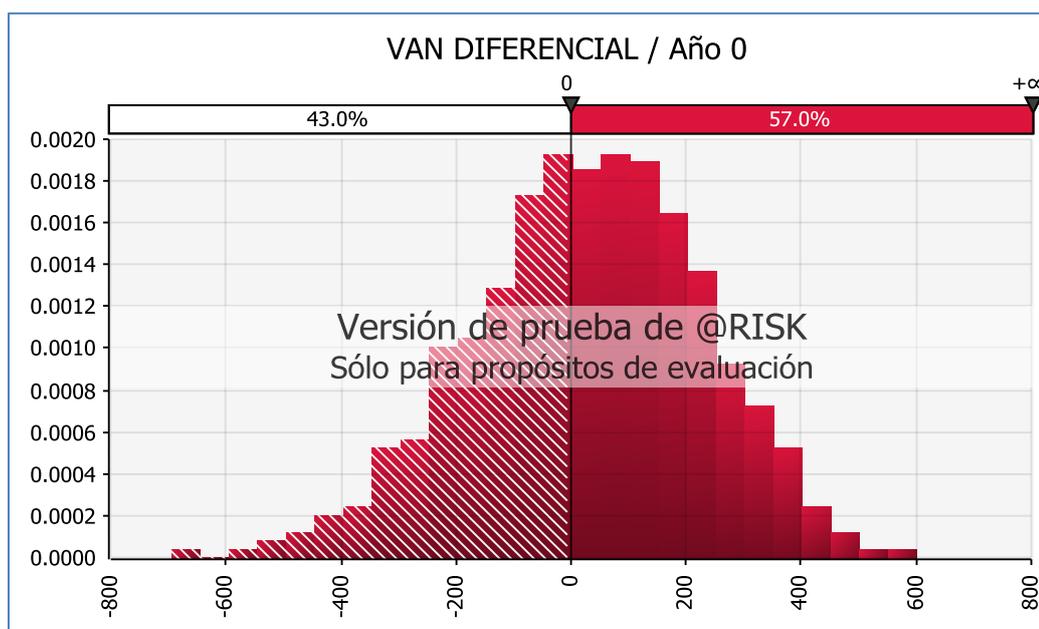
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja económico	-762.4	238.3	238.3	238.3	241.6	241.6	205.9	205.9	205.9	205.9	460.8
Préstamos	344.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Servicio de la deuda (C+I)	-	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	-	-	-	-	-
Escudo Fiscal (Intereses)	-	10.7	8.8	6.7	4.3	1.6	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja financiero</b>	<b>-418.3</b>	<b>158.5</b>	<b>156.6</b>	<b>154.4</b>	<b>155.3</b>	<b>152.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
VAN	225.4										
Ke	24.32%										
TIR financiero	38.7%										

Elaboración: Autores de la tesis

Finalmente, nuestro análisis de sensibilidad se basa en el resultado entre la diferencia de ambos VAN financieros (VANF Bus Eléctrico – VANF Bus GNV), esto nos lleva a posibles resultados, si la diferencia es negativa el VANF del bus eléctrico es menor al VANF del bus GNV, pero si la diferencia es positiva, entonces el VANF del bus eléctrico es mayor al VANF del bus GNV y podremos decir que el proyecto es viable.

En la figura 7.11 observamos que nuestro análisis el VAN diferencial es positivo con un 57% de probabilidad, por tanto, podemos decir que el 43% de probabilidad que el VAN diferencial sea negativo es causado por la distribución Laplace de los precios históricos del GNV, porque el precio de la electricidad depende del precio del GNV, según nuestra regresión lineal.

**Figura 7.11 VAN Diferencial Modelado**



Elaboración: Autores de la tesis

## 8. CAPITULO VIII. VALORIZACIÓN DE EXTERNALIDADES

En nuestra propuesta financiera consideramos la valorización de las externalidades como un factor muy importante, porque permitirá cuantificar los beneficios sociales desde la perspectiva del estado, al generar ahorros importantes en los costos de salud pública, como consecuencia de la disminución en la contaminación ambiental que actualmente produce el servicio de transporte público, el cual podría mitigarse con la implementación de buses eléctricos.

La valorización de externalidades comprende el cálculo de los ahorros por la reducción en los costos de Mortalidad y los costos de Morbilidad, ambos resultados determinaran el ahorro total del beneficio.

$$\text{Beneficio Total} = \text{Reduccion en costos de Mortalidad} + \text{Reduccion en costos de Morbilidad}$$

### 8.1. Métodos para Calculo de la Mortalidad

De acuerdo con lo indicado en capítulo II Marco Metodológico, para calcular los costos de Mortalidad se determinará el Valor Estadístico de una Vida (VEV) a través del método Enfoque de Capital Humano (ECH).

#### Enfoque de Capital Humano (ECH)

Con este método se traerá a valor presente los flujos de ingresos futuros que una persona percibiría en el tiempo comprendido desde su fallecimiento temprano, a causa de la contaminación ambiental, hasta el nivel promedio de esperanza de vida (CONAM, 2005). La fórmula que nos permite calcular dicho costo por persona es el siguiente (Orihuela & Rivera, 2013):

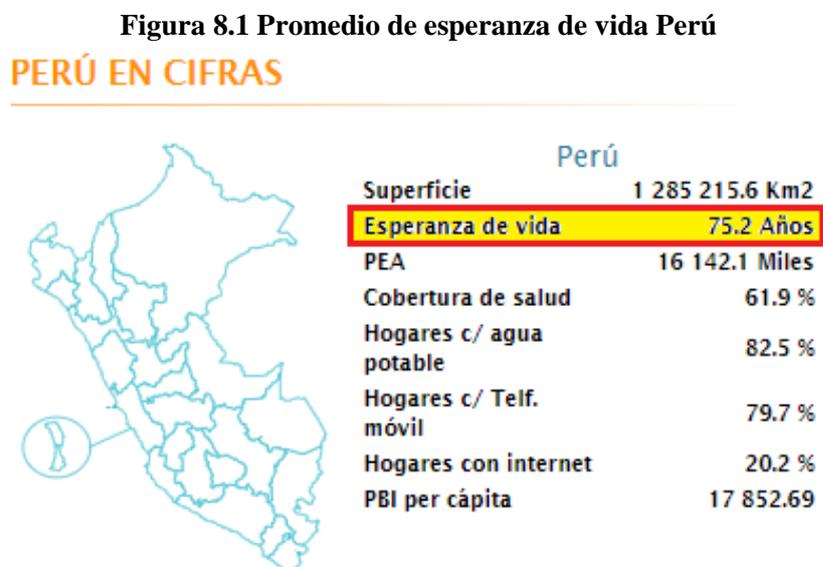
$$ECH = \left(\frac{S}{r}\right) x [ (e^{(-Epp \times r)} - e^{(-Ev \times r)} ) ]$$

Dónde:

- S = Salario mínimo vital.

- $r$  = tasa de descuento. Como se trata de una vida, la diferencia entre salvar una vida hoy o en el futuro no debería ser tan pronunciada, por lo que se propone usar un  $r = 3\%$  (Beltrán & Cueva, 2013).
- $E_v$  = Nivel promedio de esperanza de vida.
- $E_{pp}$  = Edad promedio ponderado.
- $e$  = número neperiano = 2.71828

Para resolver la ecuación tomaremos información del Instituto Nacional de Estadística (2018) sección Perú en Cifras, en donde se indica que el Nivel promedio de esperanza de vida es de 75.2 años. Ver figura 8.1.



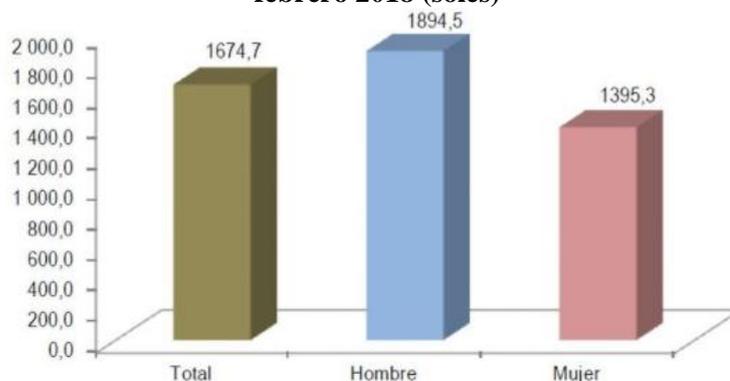
Fuente: INEI 2018

Así mismo la edad promedio ponderado para los habitantes de Lima Metropolitana es de 30 años, según el estudio “Lima Crece hacia arriba y a sus anchas” realizado por Ipsos.

Respecto al salario mínimo vital, para resolver la ecuación consideraremos la información proporcionada por el INEI, ver figura 8.2. En el trimestre diciembre 2017

a febrero 2018, el ingreso promedio es de S/1,674.70, si anualizamos este valor tendremos un ingreso anual de S/20,096.40.60

**Figura 8.2 Ingreso Promedio mensual según sexo trimestre móvil: diciembre 2017-enero-febrero 2018 (soles)**



Fuente: INEI– Encuesta Permanente de Empleo

Una vez encontradas todas las variables de la ecuación tomando diferentes fuentes de información, procederemos al cálculo del valor presente de los flujos usando la fórmula propuesta para el año 2018.

**Tabla 8.1 Cálculo del valor presente de los flujos de ingresos**

<b>AÑO</b>	<b><math>\underline{S}</math></b> Salario Anual	<b><math>\underline{r}</math></b> Tasa Dcto	<b><math>\underline{E_v}</math></b> Edad Esperanza de Vida	<b><math>\underline{E_{pp}}</math></b> Edad Promedio	<b><math>\underline{e}</math></b> # Neperiano
2018	20,096.40	3%	75.2	30	2.718282

ECH =	S/. 202,170
-------	-------------

El resultado bajo el método del Enfoque del Capital Humano (ECH) nos da un valor de S/202,170 que representa el valor presente de los ingresos que una persona dejaría de percibir por su fallecimiento temprano hasta el nivel promedio de esperanza de vida, a causa de la exposición a la contaminación ambiental. Ver tabla 8.1.

<sup>60</sup> <https://gestion.pe/economia/management-empleo/sueldo-promedio-lima-metropolitana-subio-s-1-674-trimestre-movil-229465>

## 8.2. Cálculo de la Morbilidad

La morbilidad es el estudio de una enfermedad en una población relacionada a la cantidad de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado.<sup>61</sup>

Air-Q: Herramienta de software para la evaluación del riesgo para la salud de la contaminación del aire. Este software realiza cálculos que permiten la cuantificación de los efectos sobre la salud de la exposición a la contaminación atmosférica, incluidas las estimaciones de la reducción en la esperanza de vida.<sup>62</sup>

En el año 2014 el Ministerio del Ambiente realizó un estudio de morbilidad causados por la contaminación del aire por la presencia de material particulado (PM10), utilizando la herramienta de la Organización Mundial de la Salud (OMS) llamado Air-Q. El estudio reveló la cantidad de hospitalizaciones por enfermedades en Lima Metropolitana.

El cálculo de costo de morbilidad comprende el costo de las admisiones hospitalarias y el costo de ausentismo laboral, según estudio del MINAM, 2014). Los costos obtenidos en el año 2013 ascienden a USD 1,180.91 por hogares. Respecto al ausentismo laboral por los días de hospitalización y días de recuperación ascienden a USD 167.55 por caso.<sup>63</sup>

A continuación, se detalla en la tabla 8.2 el costo de morbilidad del año 2013 (Se usa tipo de cambio del año 2.70)<sup>64</sup>

**Tabla 8.2 Costo de morbilidad por persona para el año 2013**

Moneda	Admisión hospitalaria	Ausentismo laboral	Morbilidad
USD	\$1,180.91	\$167.55	<b>\$1,348.46</b>
PEN	S/ 3,192.00	S/ 453.00	<b>S/ 3,645.00</b>

Fuente: MINAM (2014)

<sup>61</sup> <https://www.bps.gub.uy/bps/file/1673/1/patrones-morbilidad.-tasas-incidencia-prevalencia-beneficios-seguro-enfermedad.-a.-lazo.pdf>

<sup>62</sup> <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>

<sup>63</sup> Tesis. DISEÑO Y APLICABILIDAD DE UN PROGRAMA CAP-AND-TRADE PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO EN LIMA METROPOLITANA. 2017.

<sup>64</sup> [www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Anuales/ACuadro\\_08.xls](http://www.bcrp.gob.pe/docs/Estadisticas/Cuadros-Anuales/ACuadro_08.xls)

Para los cálculos del costo de morbilidad del año 2018 se debe considerar las tasas de inflación de cada año y para los costos futuros se debe considerar el promedio de la tasa de inflación 2.72%. En la tabla 8.3 se detalla el promedio de tasa de inflación.

**Tabla 8.3 Tasa de inflación 2000-2017**

<b>Año</b>	<b>Inflación</b>
2000	3.7
2001	-0.1
2002	1.5
2003	2.5
2004	3.5
2005	1.5
2006	1.1
2007	3.9
2008	6.7
2009	0.2
2010	2.1
2011	4.7
2012	2.6
2013	2.9
2014	3.2
2015	4.4
2016	3.2
2017	1.4
<b>Promedio</b>	<b>2.72%</b>

Elaboración: Autores de la tesis

A continuación, en la tabla 8.4 se calcula el costo de morbilidad hasta el año 2018, considerando la tasa de inflación por año.

**Tabla 8.4 Costo de morbilidad por persona hasta 2018**

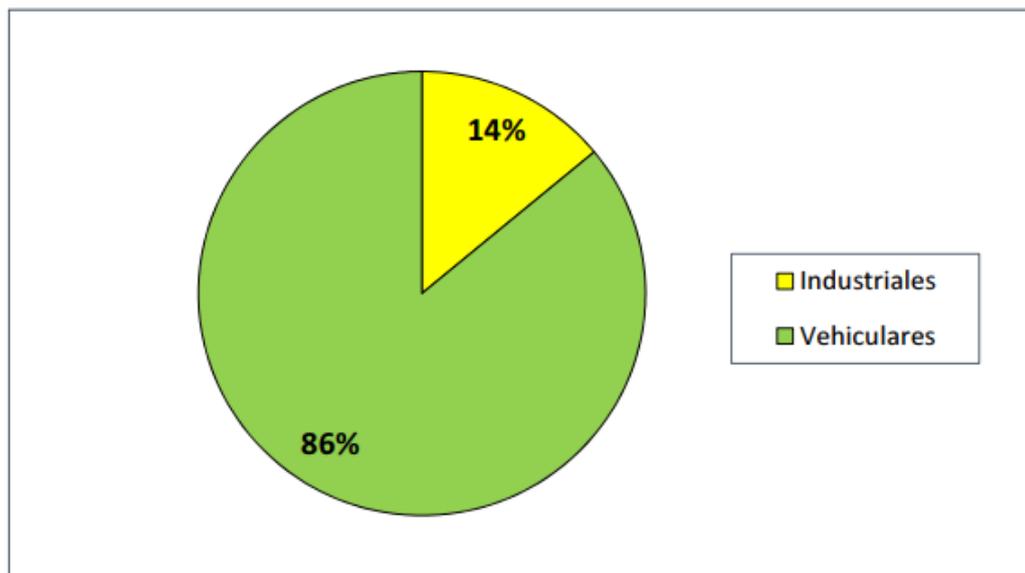
<b>Moneda</b>	<b>Admisión hospitalaria</b>	<b>Ausentismo laboral</b>	<b>Morbilidad</b>
2013	S/ 3,192.00	S/ 453.00	<b>S/ 3,645.00</b>
2014	S/ 3,294.14	S/ 467.50	<b>S/ 3,761.64</b>
2015	S/ 3,439.09	S/ 488.07	<b>S/ 3,927.15</b>
2016	S/ 3,549.14	S/ 503.68	<b>S/ 4,052.82</b>
2017	S/ 3,598.83	S/ 510.74	<b>S/ 4,109.56</b>
2018	S/ 3,696.71	S/ 524.63	<b>S/ 4,221.34</b>

Elaboración: Autores de la tesis

Con este método se hacen los cálculos de los costos de morbilidad, pero todo el costo de morbilidad no es ocasionado por el parque automotor, por eso debemos estimar el costo de morbilidad real ocasionados por la contaminación del parque automotor.

Según el estudio del MINAM del año 2011 sobre la Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana, se indica que el 86% de la contaminación del aire es debido al parque automotor. A continuación, en la figura 8.3 se detalla la participación de los sectores en la contaminación del aire.

**Figura 8.3 Participación del sector en la contaminación del aire**



Fuente: Swisscontact – Infras 2000. CONAM. Inventario de Emisiones Totales 2001

En la tabla 8.5 se muestra el costo real de morbilidad para el sector vehicular, por tanto, S/ 3,630.35 es el costo de morbilidad, pero también representa la externalidad positiva que tendríamos por la implementación de buses eléctricos en Lima Metropolitana.

**Tabla 8.5 Costo de morbilidad por persona del sector vehicular 2018**

Año	Morbilidad	
	Industrial	Vehiculares
2018	S/ 590.99	<b>S/ 3,630.35</b>
2019	S/ 607.06	<b>S/ 3,729.10</b>
2020	S/ 623.57	<b>S/ 3,830.53</b>
2021	S/ 640.54	<b>S/ 3,934.72</b>
2022	S/ 657.96	<b>S/ 4,041.74</b>
2023	S/ 675.85	<b>S/ 4,151.68</b>
2024	S/ 694.24	<b>S/ 4,264.61</b>
2025	S/ 713.12	<b>S/ 4,380.60</b>
2026	S/ 732.52	<b>S/ 4,499.76</b>
2027	S/ 752.44	<b>S/ 4,622.15</b>
2028	S/ 772.91	<b>S/ 4,747.87</b>

Elaboración: Autores de la tesis

En la tabla 8.6 se muestra la estimación de la población para Lima Metropolitana.

**Tabla 8.6 Población Lima Metropolitana hasta 2028**

Año	Población
2018	9,485,405
2019	9,599,230
2020	9,714,421
2021	9,830,994
2022	9,948,966
2023	10,068,353
2024	10,189,173
2025	10,311,443
2026	10,435,181
2027	10,560,403
2028	10,687,128

Elaboración: Autores de la tesis

En la tabla 8.7 se manifiesta el ahorro anual generado por la morbilidad que evitaría en caso de reducir las enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

**Tabla 8.7 Ahorro Anual de Morbilidad**

Año	Morbilidad por enfermedades respiratorias			Morbilidad por enfermedades cardiovasculares			Morbilidad	
	Inicial	Final	Reducción	Inicial	Final	Reducción	Total	Ahorro
2018	632	573	59	165	149	16	75	S/272,276.47
2019	640	580	60	167	151	16	76	S/ 283,411.49
2020	648	587	61	169	153	16	77	S/ 294,950.81
2021	655	594	61	171	155	16	77	S/ 302,973.47
2022	663	601	62	173	156	17	79	S/ 319,297.84
2023	671	608	63	175	158	17	80	S/ 332,134.42
2024	679	615	64	177	160	17	81	S/ 345,433.08
2025	688	623	65	179	162	17	82	S/ 359,209.46
2026	696	630	66	181	164	17	83	S/ 373,479.72
2027	704	638	66	183	166	17	83	S/ 383,638.37
2028	713	645	68	186	168	18	86	S/ 408,316.94

Elaboración: Autores de la tesis

En la Tabla 8.8 se estima el valor presente de todos los flujos futuros de los ahorros de morbilidad hasta el año 2028. El ahorro para el gobierno representa 2 millones de soles aproximadamente.

**Tabla 8.8 Valor presente de los ahorros de Morbilidad<sup>65</sup>**

Año	Ahorro*
2018	S/ 272,276.47
2019	S/ 283,411.49
2020	S/ 294,950.81
2021	S/ 302,973.47
2022	S/ 319,297.84
2023	S/ 332,134.42
2024	S/ 345,433.08

65

Tasa de descuento 9% \*\*

**VAN S/2,197,778**

\* La tasa de crecimiento poblacional ya está incluida en los cálculos de ahorro de morbilidad.

\*\* La tasa de descuento es social (MEF 2013)

2025	S/ 359,209.46
2026	S/ 373,479.72
2027	S/ 383,638.37
2028	S/ 408,316.94

Fuente: Elaboración propia.

Las externalidades que se evitaron, es decir, los ahorros generados para el Estado son ahorros para la sociedad. Estos ahorros se ven reflejados con los ingresos que ahora si van a recibir las personas que no morirán a causa de la contaminación ambiental y del ahorro al evitar que los ciudadanos se enfermen y así se ahorra en el costo de internamiento en los hospitales y el costo de ausentismo laboral.

Los ahorros generados por ambos factores son muy beneficiosos para la sociedad y son los que compensan los gastos que el Estado va realizar por los incentivos y subsidios.

## **9. CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1 Conclusiones**

En el presente capítulo se presentan las conclusiones del caso de análisis de la presente tesis y que obedecen a los objetivos señalados en el Capítulo I.

#### **Objetivo 1: Analizar la situación actual del mercado de transporte urbano de Lima y su impacto medioambiental.**

- Una de las principales problemáticas de la ciudad de Lima es el transporte público urbano. Esta problemática surgió como consecuencia de la liberación a las importaciones de vehículos usados y la mínima rigurosidad para expedir autorizaciones en el transporte público desde la década de 1990. Además, la falta de empleo y la falta de capacitación hicieron que no se desarrollara como industria. Por el contrario, el exceso de la oferta contribuyó al caos de la ciudad y a la generación de la cultura “combi”.
- Si bien desde el año 2012 se viene implementado el Sistema Integrado de Transporte de Lima Metropolitana, aún queda mucho por avanzar en la implementación ya que solo representa el 5.7% de todos los viajes que se realizan en la ciudad. Según la encuesta del observatorio “Lima Cómo Vamos” del año 2017, en Lima el 2.6% se moviliza con el Metropolitano, el 1.6% se moviliza con los Corredores Complementarios y el 1.5% se moviliza con el Metro de Lima.
- Esta problemática a su vez da origen a otras tan importantes como la congestión vehicular, la contaminación ambiental y la contaminación acústica. Esto en perjuicio de la salud pública de los habitantes por ende genera un problema económico a la ciudad. Debido al uso de vehículos con una antigüedad de 22.5 años para el transporte público y 15.5 años en el privado, según el “Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial al 2021” del MTC, el sector vehicular participa con la contaminación del aire en un 86%.
- Estos impactos ambientales y el perjuicio a la salud pública se ven reflejados en las estadísticas del Ministerio de Salud, en donde las enfermedades por infecciones agudas de las vías respiratorias superiores representan la principal

causa de morbilidad en el país, con un 16.7% de participación de entre todas las causas.

- Por lo tanto, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de Lima se debe ampliar el alcance del Sistema Integrado de Transporte de Lima (SIT), incorporando más rutas al sistema e incluyendo cláusulas de renovación automática de concesiones a las empresas que implementen buses eléctricos a fin renovar el parque automotor con tecnologías limpias.

**Objetivo 2: Analizar el funcionamiento, ventajas y desventajas de los buses eléctricos.**

- Como consecuencia del análisis de la situación actual del mercado de transporte urbano de Lima y su impacto medioambiental, se concluye que la mejor alternativa es la implementación de buses eléctricos en un SIT con mayor alcance. Dando solución a muchas de las problemáticas relacionadas directamente al transporte público de Lima como lo son: la contaminación ambiental, la contaminación acústica, enfermedades respiratorias, congestión vehicular, calidad del servicio, etc.
- Para el funcionamiento de los buses eléctricos se requiere la contratación de un nivel de tensión acorde a la cantidad de buses a implementar. Esto implica que un mayor consumo requiere un cambio en la carga contratada. Los buses eléctricos en promedio requieren para una carga completa 250 kWh de autonomía, por lo tanto, si se desea cargar en 8 horas la potencia necesaria sería de  $250/8 = 31.25$  kW por bus y si se desea cargar en 3 horas, la potencia necesaria sería de  $250/3 = 83.33$  kW por bus. La simultaneidad de la carga de los buses eléctricos y el tipo de cargador también son factores para tomar en cuenta a la hora de contratar la potencia y la tensión necesaria.
- Entre las principales ventajas de los buses eléctricos se encuentran las siguientes: No genera contaminación acústica, no emite gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>), el costo de mantenimiento preventivo es 54% que un bus convencional, el bajo costo de la energía eléctrica y la existencia de una matriz energética suficiente para cubrir la demanda.

- Las desventajas de los buses eléctricos están en los precios altos de los buses eléctricos y la falta de un mercado desarrollado. Esto se puede revertir con el apoyo del Estado en la implementación de incentivos a los grupos de interés para promover la inversión y desarrollar esta industria en el país.

**Objetivo 3: Comparar el proceso de implementación de buses eléctricos en el transporte público en Noruega, China y Chile; y determinar los factores de éxito.**

- El nivel de desarrollo de la industria de la movilidad eléctrica en el transporte público es más importante en China a comparación con cualquier otro país. Pero existen otros países, como Chile y Noruega, que han iniciado su proceso de implementación antes que Perú, por ello se ha considerado como países benchmarking para la presente tesis.
- Todos estos países empezaron la implementación con iniciativas o planes gubernamentales con el objetivo de disminuir la contaminación ambiental, conscientes que en el largo plazo se convirtieran en resultados positivos para la economía y la sociedad.
- Estas iniciativas o planes se sirvieron para determinar los factores críticos de éxito en estos países que detallamos a continuación: 1) Incentivos económicos como subsidios para la compra y renovar la flota de buses, 2) Ahorro en costos de mantenimiento, 3) Inversión en investigación y desarrollo para la movilidad eléctrica, 4) Inversión en infraestructura para recargas o electrolineras en las vías públicas, 5) Desarrollo de la industria de vehículos eléctricos, 6) Batería de recarga, donde la consigna es buscar y reducir los tiempos de recarga, 7) Capacidad o matriz energética para soportar la demanda adicional por la nueva industria, 8) Políticas gubernamentales como pilar para el desarrollo de la industria.

**Objetivo 4: Proponer y evaluar mejoras en el ámbito normativo y económico para la implementación de buses eléctricos en el Transporte Urbano de Lima.**

En la presente tesis se propone las siguientes mejoras e incentivos en el ámbito normativo y económico: 1) Adaptar el reglamento nacional de vehículos y la ficha

técnica de homologación de los vehículos eléctricos, 2) Adaptar el reglamento nacional de tránsito e incorporando a los vehículos eléctricos, 3) Mejorar la Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley 25844) y el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad respecto de las empresas que requerirán alta potencia para la carga rápida en simultáneo de varios puntos de carga, 4) Marco regulatorio para habilitar los subsidios para la compra de buses eléctricos. Establecer un subsidio del 50% sobre la diferencia entre el bus eléctrico y el bus GNV través del financiamiento con entidades financieras y la creación de un “Fondo Bus Eléctrico” subsidiándola compra en un 80% sobre la misma diferencia, 5) Reducción de costos de financiamiento con la creación de fideicomiso (COFIDE) para garantizar la administración de los flujos de ingresos por el cobro de los pasajes, 6) Creación del programa de chatarreo mediante bonos para comprar buses eléctricos, 7) Paquete de cambios en la Ley del Impuesto a la Renta (Decreto Supremo N° 179-2004-EF), depreciación acelerada en 2 años, aplicar el factor 1.5 a los gastos de capacitación vinculados a los buses eléctricos, 8) Paquete de cambios en la Ley del IGV (Decreto Supremo N° 055-99-EF), reintegro del IGV por las inversiones de los buses eléctricos durante la etapa preoperativa siempre que los activos sean destinados a operaciones no gravadas con el IGV, 9) Modificar la Ley de Tributación Municipal (Decreto Legislativo N° 776) en el artículo 33°, donde se exonere del pago del 1% del impuesto vehicular a los buses eléctricos por los tres (3) primeros años.

## **9.2 Recomendaciones**

- La implementación de buses eléctricos debe hacerse por etapas y reguladas por el gobierno, con el fin de no generar un impacto económico negativo tanto en el privado como en el estado.
- La implementación debería iniciar con un plan piloto para evaluar resultados; dado que no contamos con un factor crítico de éxito en Latinoamérica, el cual nos ayude a ser comparables a una economía similar.
- Acelerar la modernización e implementación del Sistema de transporte público en Lima Metropolitana, dado que se está teniendo un avance muy lento, el proyecto del Sistema integrado según especialistas esta implementado en un

10% (el Metropolitano y la Línea 1 del metro fueron los primeros avances de todo el Proyecto.

- Elaboración y homologación por parte del estado un marco normativo ordenado y actual, donde se precise los detalles y especificaciones técnicas de los vehículos eléctricos. Esta homologación permitirá adecuar los estándares de los vehículos eléctricos tanto para su importación.
- La implementación de incentivos gubernamentales a través de subsidios, beneficios fiscales y otros llamados no financieros, son fundamentales para motivar al privado a usar estos vehículos con la certeza que obtendrán ahorros significativos a largo plazo, y que ayudarán a reducir la contaminación.
- Se tiene que conseguir un equilibrio económico entre el privado y el gobierno (el privado busca la rentabilidad de su inversión y el gobierno busca al largo plazo generar beneficio social)

## ANEXOS

### Anexo I: Sistema Integrado Transporte de Lima

Respecto a la ciudad de Lima, desde el año 2014, la Municipalidad de Lima desarrolló políticas para reemplazar los vehículos antiguos. Se aplicaron medidas progresivas para retirarlos de la vía pública, como por ejemplo las papeletas de infracciones, revisiones técnicas y programas de bonos chatarreros. Estas medidas de control dieron buenos resultados, logrando retirar más de 20 mil vehículos en estado obsoleto y calamitoso con una antigüedad de más de veinte años.

La Municipalidad de Lima se vio obligada a implementar, a través de concesiones públicas, a empresas de transporte público como el metropolitano y el sistema integrado de transporte. La ventaja para estos corredores es que utilizan las vías del antiguo parque automotor destinadas al transporte público con el objetivo de reducir las 403 rutas activas solo en Lima que tienen un alto índice de superposición.

Con la Ordenanza Municipal N°1613 publicada el 27 de junio del 2012 en el diario oficial El Peruano, *se instaure el SIT de Lima Metropolitana con el fin de mejorar la calidad de vida de la población y la movilidad urbana, a través de la implementación de servicios de transporte público accesibles, seguros, eficaces, eficientes y respetuosos como el medio ambiente*<sup>66</sup>.

#### **Estructura y componentes del SIT**

Según su estructura, el Instituto Metropolitano Pro- transporte de Lima (Protransporte) y la Gerencia de Transporte Urbano de la MML, son entidades que están a cargo del desarrollo, la administración y el control del sistema de corredores viales de alta capacidad (Cosac) y del sistema de corredores complementarios, al igual que de los demás servicios de transporte regular de personas. Este sistema se basa en dar a concesión las rutas a un operador por el plazo de 10 años renovables, quienes deben cumplir requisitos técnicos y bajo la modalidad de consorciados.

El SIT debe contar con 4 unidades de gestión a nivel de sus distintos componentes: Transporte de pasajero, recaudo, fideicomiso y centro de control.

---

<sup>66</sup> Artículo 1°.- Objetivo, de la Ordenanza Municipal N° 1613

### Estructura del SIT (Unidades de Gestión)

Sistemas	Autoridad	Descripción
1. Centro de Control	Protransportes	Es la unidad encargada del planeamiento, control y supervisión del funcionamiento del sistema.
2. Recaudo	Sistema de recaudo	Es aquella unidad encargada y responsable de la venta, recarga, distribución y validación de los medios de acceso del sistema, así como el manejo y custodia de los ingresos respectivos hasta su entrega al fiduciario.
3. Transporte de pasajeros	Operador de Transporte	Es la unidad a cargo de los operadores del servicio de transporte, los cuales asumen responsabilidad por la adquisición y operación de los vehículos del sistema.
4. Fideicomiso	Administrador fiduciario	Es aquel patrimonio conformado por los ingresos generados por la venta de los medios de acceso del sistema.

Fuente: Ordenanza Municipal N° 1613

### Componentes del SIT

Sistemas	Autoridad	Componentes
1. Sistemas Masivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoridad Autónoma Tren Eléctrico (AATE)</li> <li>• Protransportes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea 1 del Metro</li> <li>• BRT (Cosac)</li> </ul>
2. Corredores Complementarios	Protransportes	05 corredores
3. Corredores de Integración	Gerencia de Transporte Urbano (GTU)	Varios corredores
4. Corredores de Interconexión	Callao – Lima	
5. Rutas de aproximación	Gerencia de Transporte Urbano (GTU)	Alimentadores de corredores integración
6. No Motorizadas	Distritos	Ciclo vías, variantes, senderos peatonales, escaleras.

Fuente: Ordenanza Municipal N°1613

El primer Corredor Segregado de Alta Capacidad-COSAC se encargan de operar en el eje Norte – Sur de Lima Metropolitana, licitado a 4 operadores tanto locales como colombianos en conjunto.

### Características del Metropolitano-Cosac (BRT)

Aspecto	Descripción
Operadores	El Consorcio Perú Masivo
	El Consorcio Lima Bus Internacional
	El Consorcio colombiano Lima Vías Express ( <i>LVESA</i> )
	Transvial Lima SAC
Combustible	Prioritariamente usa Gas Natural Vehicular (GNV) para su funcionamiento.
Fecha de Inauguración	28 de Julio del 2010
Plazo de Concesión	12 años
Fecha de conclusión de Concesión	Aproximado en el año 2030
Adenda	En el año 2010 Protransporte suscribió la sexta adenda donde se especificó que el inicio de operaciones para efectos del cómputo del plazo de la concesión era cuando esté el 100% de la ruta troncal hasta el distrito de Carabayllo (Terminal Chimpu Ocllo).
Problemática	La Municipalidad de Lima no cumplió con algunas de sus obligaciones contractuales respecto a la culminación de la ruta troncal. Por ello se generó un aplazamiento en el inicio de la concesión.

Fuente: Diario La República

### Corredores Complementarios del SIT

Corredores	Color	Operadores
1. Panamericana Norte - Vía de Evitamiento - Panamericana Sur	Amarillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consorcio Lima Norte Sur</li> <li>• Consorcio Expreso Panamericana</li> </ul>
2. Javier Prado - La Marina – Faucett	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consorcio Javier Prado Express</li> <li>• Consorcio Expreso Javier Prado</li> </ul>
3. Tacna - Garcilaso - Arequipa	Azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consorcio TGA</li> <li>• Consorcio Transporte Arequipa S.A.</li> </ul>
4. San Juan de Lurigancho - Avenida Brasil	Morado	Consorcio Este Nuevo San Juan
5. Carretera Central	Verde	Sin operador

Fuente: Protransporte

## Proceso de implementación del SIT

El proceso de puesta en marcha del SIT de Lima tiene dos etapas: preoperación y operación. La preoperación se inicia con las flotas propuestas por las empresas ganadoras de la licitación. Esta primera etapa se realizará en tres fases.

### Proceso de implementación del SIT

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fecha</b>
Fase 0	Eliminación de rutas	-
Fase 1	Pre-operación del corredor complementario N°3 (Tacna-Garcilaso-Arequipa)	Junio del 2014
Fase 2	Pre-operación del corredor complementario N°1 (Panamericana Norte-Evitamiento-Panamericana Sur)	Septiembre del 2014
Fase 3	Pre-operación del corredor complementario N°2, N°4 y N° 5 (Javier Prado-San Juan de Lurigancho-Carretera Central)	Noviembre del 2014

Fuente: MML

La etapa de operación se inicia con el funcionamiento de los equipos de recaudación electrónica. Luego de un año de operaciones se deben adquirir nuevas flotas para renovarlo, acogiendo al programa de “chatarreo”. En paralelo a la fase de preoperación la Gerencia de Transporte Urbano de la MML adjudicará las rutas de integración y aproximación que complementarían el SIT y para activarlas deberán eliminar progresivamente algunas rutas en cada fase.

Con la creación del Sistema Integrado de Transporte (SIT), se busca formalizar a las empresas que brindan el servicio de transporte público, y que deberán cumplir con las exigencias normativas del sistema:

- Empresas de transporte con flota propias.
- Trabajadores en planilla
- Régimen especial de trabajo.
- Plan integral de fiscalización
- Empoderamiento del usuario.

### Del Operador del Transporte y criterios de calificación

Los operadores de transportes pueden consorciarse para postular a la licitación cumpliendo los requisitos legales, técnicos y económicos. El plazo de concesión en un

principio es de 10 años con posibilidad de una bonificación si cumple con renovar su flota o incorpora nuevos vehículos desde el primer año de operación.

#### Plazos adicionales de concesión en el SIT

Plazos promedios	Plazo de concesión
Hasta 1 año	(10 años) + 5 años
Desde 1 año a 2.5 años	(10 años) + 4 años
Desde 2.5 años a 3.5 años	(10 años) + 3 años
Desde 3.5 años a 4.5 años	(10 años) + 2 años

Fuente: GTU de MML

Las propuestas técnicas de la licitación reciben un puntaje de acuerdo a los criterios de superposición de recorridos, calidad de flota y experiencia. En las tablas 4.7 y 4.8 se detalla un ejemplo de los criterios de calificación para la ruta troncal del metropolitano de Lima.

#### Criterios de calificación de propuestas técnicas (rutas troncales)

Parámetros	Puntaje
<b>Puntaje total</b>	<b>100</b>
<b>Superposición de recorridos</b>	<b>50</b>
Superposición actual del corredor	30
Propuesta de kilometraje de la flota ofrecida	20
<b>Calidad de la flota ofrecida</b>	<b>40</b>
Plan de modernización	15
Nivel de emisiones de la flota ofrecida	15
Antigüedad promedio de la flota ofrecida	10
<b>Experiencia autorizada por el GTU</b>	<b>10</b>

Fuente: MML

#### Criterios de calificación de propuestas económicas (rutas troncales)

Parámetros	Puntaje
<b>Puntaje total</b>	<b>100</b>
Tarifa al pasajero	10
Costo por kilómetro (operación)	85
Tarifa integrada (periodo de pre-operación)	5

Fuente: MML

## **Anexo II: Acuerdos Internacionales**

### **Acuerdo de Montreal**

En septiembre de 1987, se firmó el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Este acuerdo tuvo como antecedente el Convenio de Viena sobre la protección de la capa de ozono, que fue aprobado y firmado por 28 países, el 22 de marzo de 1985.

El objetivo principal del Protocolo de Montreal es la protección de la capa de ozono mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base del progreso de los conocimientos científicos e información tecnológica.

El Protocolo de Montreal exige el control de casi 100 sustancias químicas en varias categorías. Para cada grupo o anexo de sustancias químicas, el Tratado establece un calendario para la eliminación gradual de la producción y el consumo de esas sustancias, con el objetivo de eventualmente eliminarlas por completo.

Además, el Protocolo estableció un Fondo Multilateral con el objetivo de posibilitar a los países en desarrollo que reúnan las condiciones para recibir ayuda cumplir con las metas de reducción con plazos específicos para los productos químicos controlados con arreglo al Protocolo. Las contribuciones al Fondo proceden de 43 países desarrollados.

El Fondo es supervisado por el Comité Ejecutivo, integrado por 14 Partes, 7 de países desarrollados y 7 de países en desarrollo. Hasta ahora ha financiado más de 5.200 actividades en más de 140 países en desarrollo, con inclusión de la clausura de plantas de producción de sustancias que agotan el ozono y la conversión de fabricantes, grandes y pequeños, que dependían del uso de sustancias que agotan el ozono.

El Protocolo estipula que cada Parte presente un informe anual sobre su producción, importación y exportación de cada uno de los productos químicos que se ha comprometido a eliminar (en la mayoría de los países sólo se utilizan cuatro o cinco de esos productos químicos)

La aplicación del Protocolo de Montreal ha progresado bien en los países desarrollados y países en desarrollo. Todos los calendarios de eliminación se han respetado en la mayoría de los casos, algunos incluso antes de lo previsto. En vista del progreso constante realizado en el marco del Protocolo, ya en 2003, ex Secretario General Kofi Annan declaró: «Tal vez el

acuerdo internacional más exitoso hasta la fecha ha sido el Protocolo de Montreal». Sus puntos de vista son compartidos ampliamente en la comunidad internacional.

### **Acuerdo de Kioto**

El Protocolo de Kioto es un acuerdo internacional alcanzado con el objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de origen antrópico que provocan el cambio climático. El 11 de diciembre de 1997 se adoptó en Kioto (Japón) este primer acuerdo internacional, sin embargo, algunos países vieron que estas medidas afectarían su economía y obstaculizaban acatar el documento amparado por las Naciones Unidas. Este acuerdo recién pudo entrar en vigor en 2005, y consta de dos periodos de actuación: 2008-2012 y 2013-2020. Por primera vez, con el Protocolo se definieron unos objetivos de reducción obligatorios, cuantificados y específicos.

El texto se enmarca en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y fue negociado durante su tercera Conferencia de las Partes (COP 3). Siguiendo el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas” establecido por la CMNUCC, en el Protocolo son sólo los países responsables de la mayoría de las emisiones de GEI y aquéllos que disponen de mayores recursos económicos, los que tienen objetivos de reducción y han de llevar el liderazgo en los esfuerzos de mitigación.

Es por ello por lo que, bajo el primer periodo de compromiso, sólo los países que eran partes de la OCDE en 1992 y aquéllos en transición hacia una economía de mercado por aquél entonces (Rusia, los estados Bálticos y varios estados de Europa central y oriental) habían de reducir sus emisiones. El objetivo marcado para este primer periodo era la reducción de sus emisiones de GEI en conjunto en un 5,2% respecto a los valores de 1990 o 1995 (dependiendo del gas).

Los gases para los que se impusieron límites de emisión fueron seis: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Los objetivos de reducción nacionales oscilaron entre el 8% para la UE y otras partes, 7% para EEUU, 6% para Japón y Canadá, 0% para Rusia (recuperación de los niveles de 1990), etc. Por otro lado, a algunos países industrializados se les permitía incrementar sus emisiones, como a Australia (8%) o Islandia (10%). La reducción

de las emisiones de GEI perseguida, comparada con los niveles de emisión proyectados para 2010 sin la puesta en marcha del objetivo, se estimó en un 29%.<sup>67</sup>

### **Acuerdo de París**

Este acuerdo sobre el cambio climático fue adoptado por 195 países en diciembre del 2015 en París, y trazó el camino hacia un mundo sostenible mediante cambios drásticos en la economía global.

El objetivo del acuerdo es contener el aumento de la temperatura muy por debajo de los 2°C respecto a la era preindustrial y de seguir esforzándose por limitar este aumento a 1.5°C, aunque muchos expertos dudan en que se pueda lograr.

Estos objetivos son muy ambiciosos, dado el nivel actual de emisiones de efecto invernadero (GEI). Los expertos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) estiman que es necesario reducir las emisiones entre 40% y 70% entre el 2010 y 2050 para permanecer por debajo de los 2°C.

El acuerdo no especifica metas obligatorias a cada país, como si lo hace el protocolo de Kioto. Cada país se fijaba sus propios objetivos de reducción de emisiones para el 2025 o 2030.

En junio del 2017, Estados Unidos, cuyo presidente actual Donald Trump, se retiró de este acuerdo contra el cambio climático, cuyo compromiso había sido reducir sus emisiones entre 26% y un 28% hasta el 2025. Con la salida del país más poderosa del mundo no sólo da la espalda a la ciencia y ahonda la fractura de Europa, sino que abandona la lucha ante unos de los más inquietantes desafíos de la humanidad como lo es el cambio climático.

El acuerdo de París prevé que los países rindan cuentas de las acciones programadas y de sus resultados. La fecha límite sería en la COP24 a finales del 2018 en Polonia.<sup>68</sup>

---

<sup>67</sup> <https://www.upm.es/e-politecnica/?p=8345>

<sup>68</sup> <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/mundo/2017/06/1/de-que-se-trata-el-acuerdo-de-paris>

### **Anexo III: Mecanismo y Estructura de financiamiento con fideicomiso**

Esta propuesta consiste en la creación de un fideicomiso con la participación de COFIDE que facilite a los operadores de transporte público, el financiamiento de la adquisición de buses eléctricos.

El objetivo de esta propuesta es reducir el costo de financiamiento de las entidades financieras, al contar con una garantía sobre la administración de los flujos provenientes de la operación de los buses eléctricos, a través de un fideicomiso a cargo de COFIDE. Este beneficio permitirá estimular a los inversionistas el cambio de la flota de buses que actualmente operan por buses eléctricos.

Actualmente la tasa de interés que cobran las entidades financieras para la inversión en buses está alrededor del 15%, se busca con esta propuesta reducir la tasa de financiamiento a 10%.

#### Fideicomiso COFIDE

Con la creación de un fideicomiso, se buscará obtener los fondos necesarios para la inversión y promoción del transporte eléctrico, ayudará a estructurar un producto de financiamiento con estructuración legal y respaldada por un mercado potencial emergente.

Si bien el ahorro en energía utilizada por los buses eléctricos versus los buses que usan GNV es de 40%, la principal diferencia es el costo de capital, por lo que resulta importante buscar fuentes de financiamiento a tasas reducidas.<sup>69</sup>

En la figura 7.2 se presenta el esquema del Fideicomiso que se propone estructurar para los fines expuestos, indicando los actores que intervendrían.

---

<sup>69</sup><http://namasenergia.minemgob.pe//Content/fileman/Uploads/Images/menu-centroinformacion/Diagn%C3%B3stico%20NAMA%20Transporte%20Limpio.pdf>

## Estructura del Fideicomiso



Fuente: Elaboración propia

Los actores del Fideicomiso serían los siguientes:

### **Fideicomitente:**

- Los operadores de transporte público que a través de una evaluación técnica y financiera obtengan el financiamiento para buses eléctricos.

### **Fiduciario:**

- COFIDE será el ente fiduciario quien tendrá a cargo la administración de los bienes y derechos dispuestos en el activo fiduciario.
- A través de una entidad recaudadora se obtendrá los flujos de ingresos provenientes del cobro de pasajes a los usuarios de los buses eléctricos.
- Transferirá los fondos para pagar las obligaciones con las entidades financieras, empresas eléctricas y otros proveedores que participen en el contrato de fideicomiso.

### **Activo Fiduciario.**

- El activo fiduciario estará compuesto por los siguiente:
  - o Flujo de efectivo proveniente del cobro de pasajes en los buses eléctricos.
  - o Dominio de los buses eléctricos e infraestructura de recarga como garantía.
  - o Otros activos muebles e inmuebles.

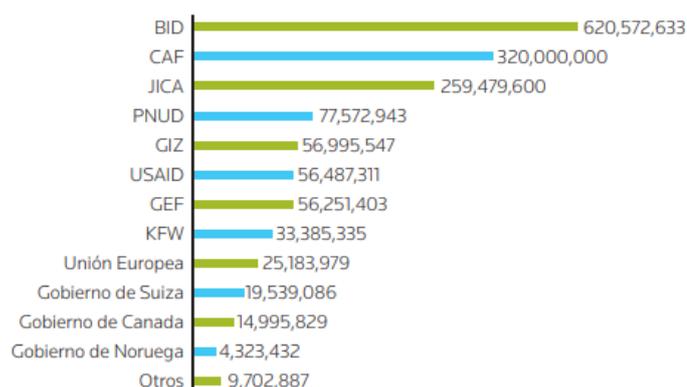
**Fideicomisario**

- Las entidades financieras nacionales y extranjeras que provean el financiamiento del proyecto.
- Empresas de suministro de energía eléctrica como Edelnor del grupo ENEL.
- Otros proveedores de servicios y mantenimiento, que participen del contrato de fideicomiso.

## Anexo IV: Fuentes de financiamiento internacional

Entre los años 2010-2014 se destinaron USD 1,554,489,983.00 de financiamiento internacional a proyectos en materia de cambio climático en Perú, siendo el sector de transporte el tercero en demandar mayor financiamiento. En la figura 7.1 se presentan las principales organizaciones y fuentes de financiamiento internacional.

### Principales fuentes de financiamiento climático en Perú entre los años 2010-2014 (USD)



Fuente: Huamani, S. Dar, 2015

Considerando los fondos obtenidos por el financiamiento internacional, nuestra propuesta radica en solicitar financiamiento internacional a organizaciones como el BID y CAF. En la figura 7.2 se detalla los fondos asignados a entidades públicas en el mismo periodo.

### Financiamiento climático internacional a entidades públicas en USD

ENTIDAD PÚBLICA	AMBITO	FINANCIAMIENTO
Ministerio de Economía y Finanzas	Nacional	550,034,866
Ministerio de Transporte y Comunicaciones	Nacional	300,000,000
Corporación Financiera de Desarrollo	Nacional	143,010,335
Ministerio del Ambiente	Nacional	100,554,688

Fuente: Huamani, S. Dar, 2015

En conclusión, existen los mecanismos y fuentes de financiamiento necesarios para reducir las barreras de entrada que actualmente dificultan la implementación de buses eléctricos en el transporte público.

## Anexo V: Supuestos de la propuesta financiera sin incentivos

Para la elaboración del Estado de Resultados los flujos de caja consideramos las siguientes condiciones:

### Ingresos

Para determinar los ingresos se consideró la demanda anual según el recorrido de los buses del Corredor Complementario Javier Prado.

Concepto	Demanda x Bus Anual	Precio Pasajes S/.	Ingreso Anual S/.
Ingreso por Pasajes	339,684	1.70	577,463

### Inversiones

Se considera el valor de los buses sin IGV según la publicación del Diagnostico NAMA Transporte Limpio 2017 y cotizaciones realizadas por las empresas de transportes. No se considera el valor residual ya que es muy bajo, además debido a la tecnología cambiante.

Respecto a la infraestructura para los cargadores, se considera el valor de 1 cargador y la instalación del sistema de media tensión para 3 cargadores, debido a que se necesita contar con la transmisión de energía suficiente para recargar la batería del bus que es de 230KV, considerando un tiempo de recarga de 3 horas aproximadamente.

### Buses

Conceptos	Bus eléctrico	Bus GNV
Inversión - USD	326,271	130,508
Cantidad de buses	1	1
Vida útil - años	10	10
Depreciación - años (Según art. 20º RLIR)	5	5

Fuente: Diagnostico NAMA Transporte Limpio 2017.

### Infraestructura de cargadores eléctricos

Descripción	Costo (USD)	Costo S/.
Costo del cargador (1 cargador)	1,976	6,514
Costo del sistema de baja tensión (220 a 400 V) para 1 cargador	1,482	4,885
Costo de utilización en media tensión (100 KVA) para 3 cargadores	27,158	89,513

Fuente: Tesis "El vehículo eléctrico como alternativa en el servicio de recolección de residuos sólidos" Esan 2017

La inversión que se hizo para el sistema de media tensión se ha dividido entre 3 para llevar el costo proporcional para 1 bus.

#### Inversión total

Concepto	Flota (Und)	Bus USD (Sin IGV)	Cargador eléctrico	(*)Sistema Media Tensión USD	Total Inversión USD	Total Inversión S/
Buses eléctricos	1	326,271	1,976	9,053	337,300	1,111,741
Buses GNV	1	130,508	0	0	130,508	430,156

(\*) El costo del sistema de media tensión se divide entre 3, proporcional para 1 bus.

Fuente: Elaboración Propia

### Costos operativos

#### Consumo energéticos anuales (bus 12 metros)

Rendimiento por 100Km	Bus eléctrico	Bus GNV
Consumo de energía	102 Kwh	40 M3

Fuente: Diagnostico NAMA Transporte Limpio 2017 / Estudio Corredores Complementarios Protransporte.

Para el cálculo de la energía consumida se considera un recorrido anual de 84,000 km por bus.

Parámetros	Bus eléctrico kW	Bus GNV (M3)
Rendimiento - energía (Km)	1.02	0.40
Precio de energía (USD) - incluye IGV	0.073	0.458
Vida útil - años	10	10
Recorrido anual - km	84,000	84,000
Consumo anual (kWh-M3)	85,680	33,600
<b>Consumo anual (USD)</b>	<b>6,268</b>	<b>15,389</b>

<b>Ahorro anual x bus (USD)</b>	<b>9,120</b>
<b>Ahorro durante la vida útil (USD)</b>	<b>91,205</b>

Fuente: [www.facilito.gob.pe/facilito/actions/PreciosGNVAction.do](http://www.facilito.gob.pe/facilito/actions/PreciosGNVAction.do) / Tesis "El vehículo eléctrico como alternativa en el servicio de recolección de residuos sólidos" Esan 2017 / Elaboración Propia

#### Costo de Mantenimiento

Para el costo de mantenimiento de un bus eléctrico se considera un 80% del costo que corresponde a un bus GNV por kilómetro recorrido. Este costo se podría reducir con la aparición de un mercado potencial de proveedores.

#### Costo de mantenimiento

Parámetros	Bus eléctrico	Bus GNV
Costo por unidad	0.416 USD/km	0.52 USD/km
Recorrido anual - km	84,000	84,000
<b>Costo anual (USD)</b>	<b>34,440</b>	<b>43,680</b>
<b>Ahorro anual x bus (USD)</b>	<b>9,240</b>	
<b>Ahorro durante la vida útil (USD)</b>	<b>92,400</b>	

Fuente: Cálida - Uso del Gas Natural en el Transporte P Uso del Gas Natural en el Transporte Público Urbano de Pasajeros de Pasajeros / Grutter Consulting en base de operadores en Zhengzhou y Shenzhen

### Sueldo de Choferes

Se considera un sueldo mensual de S/1,500 multiplicado por factor de 1.45 para incluir la carga de beneficios sociales. Así mismo se considera un total de 2.30 conductores por bus debido a la rotación de los choferes según las horas trabajadas.

#### Gastos de sueldo choferes

Concepto	N° Choferes	Sueldo Mes	Factor BBSS	Total S/.	Total USD
Sueldo	1	1,500.00	1.45	2,180.00	
Nro conductores x bus	2.30			5,014.00	
<b>Costo anual sueldo (Soles)</b>				<b>60,168.00</b>	<b>18,254.85</b>

### Seguros

Para el cálculo del seguro vehicular se considera una tasa del 1% sobre el valor del bus incluido IGV.

#### Seguros vehicular (con IGV)

Concepto	Precio Bus (USD)	Tasa %	USD	Soles
Bus Eléctrico	385,000	1%	3,850	12,690
Bus GNV	154,000	1%	1,540	5,076

### Importación

Según la legislación tributaria vigente, la importación de buses nuevos eléctricos y GNV nuevos solo está afecto al pago del IGV.

#### Impuestos de importación

Concepto	Tasa %	Bus Eléctrico		Bus GNV	
		USD	Soles	USD	Soles
IGV	18%	58,729	193,570	23,492	77,428
Ad Valorem	0%	-	-	-	-
ISC	0%	-	-	-	-

#### Costos operativos total

Costos en USD	Flota (Und)	Consumo energía	Mantenim.	Sueldos	Seguros	Impuesto vehicular	Total costos USD	Total costos S/
Buses eléctricos	1	6,268	34,440	18,255	5,340	5,340	69,643	229,544
Buses GNV	1	15,389	43,680	18,255	2,550	2,550	82,424	271,668

### Depreciación

Para el cálculo de la depreciación se considera una vida útil tributaria de 5 años, así mismo se incluye en la base de cálculo el IGV pagado en las importaciones, porque representa costo al no estar afecto a IGV el servicio de transporte público.

#### Depreciación Anual (se incluye IGV en base de cálculo)

Concepto	Costo Bus USD	Cargador USD	SMT USD	TOTAL USD	Tasa %	USD	Soles
Buses eléctricos	385,000	1,976	9,053	<b>396,029</b>	20%	79,206	261,062
Buses GNV	154,000	0	0	<b>154,000</b>	20%	30,800	101,517

## Estados de Resultados

Considerando los ingresos y costos propuestos, se elaboró los Estados de Resultados para ambos buses, con una tasa del impuesto a la renta de 29.5% y la participación de trabajadores del 8%.

<u>Estado de Ganancias y Pérdidas (En miles de soles)</u>		<u>BUS ELÉCTRICO</u>									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por servicio de transporte		577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46
Costos de operación		194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34
Depreciación vehículos		261.06	261.06	261.06	261.06	261.06	-	-	-	-	-
Utilidad bruta		122.06	122.06	122.06	122.06	122.06	383.12	383.12	383.12	383.12	383.12
Gastos administrativos (1%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros (1%)		12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69
Impuesto vehicular		12.69	12.69	12.69	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad operativa		96.68	96.68	96.68	109.37	109.37	370.43	370.43	370.43	370.43	370.43
Gastos financieros		91.04	74.79	56.59	36.20	13.37	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos		5.64	21.89	40.09	73.17	96.00	370.43	370.43	370.43	370.43	370.43
Participación de trabajadores		0.45	1.75	3.21	5.85	7.68	29.63	29.63	29.63	29.63	29.63
Impuesto a la renta		1.53	5.94	10.88	19.86	26.05	100.53	100.53	100.53	100.53	100.53
<b>Utilidad neta</b>		<b>3.66</b>	<b>14.20</b>	<b>26.00</b>	<b>47.46</b>	<b>62.26</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>
Margen bruto		21.1%	21.1%	21.1%	21.1%	21.1%	66.3%	66.3%	66.3%	66.3%	66.3%
Margen operativo		16.7%	16.7%	16.7%	18.9%	18.9%	64.1%	64.1%	64.1%	64.1%	64.1%
Margen neto		0.6%	2.5%	4.5%	8.2%	10.8%	41.6%	41.6%	41.6%	41.6%	41.6%

<u>Estado de Ganancias y Pérdidas (En miles de soles)</u>		<u>BUS GNV</u>									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por servicio de transporte		577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46
Costos de operación		254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86
Depreciación vehículos		101.52	101.52	101.52	101.52	101.52	-	-	-	-	-
Utilidad bruta		221.09	221.09	221.09	221.09	221.09	322.60	322.60	322.60	322.60	322.60
Gastos administrativos (1%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros (1%)		5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08
Impuesto vehicular		5.08	5.08	5.08	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad operativa		210.94	210.94	210.94	216.01	216.01	317.53	317.53	317.53	317.53	317.53
Gastos financieros		36.41	29.91	22.63	14.48	5.35	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos		174.52	181.02	188.30	201.53	210.66	317.53	317.53	317.53	317.53	317.53
Participación de trabajadores		13.96	14.48	15.06	16.12	16.85	25.40	25.40	25.40	25.40	25.40
Impuesto a la renta		47.36	49.13	51.10	54.70	57.17	86.18	86.18	86.18	86.18	86.18
<b>Utilidad neta</b>		<b>113.19</b>	<b>117.41</b>	<b>122.13</b>	<b>130.71</b>	<b>136.64</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>
Margen bruto		38.3%	38.3%	38.3%	38.3%	38.3%	55.9%	55.9%	55.9%	55.9%	55.9%
Margen operativo		36.5%	36.5%	36.5%	37.4%	37.4%	55.0%	55.0%	55.0%	55.0%	55.0%
Margen neto		19.6%	20.3%	21.1%	22.6%	23.7%	35.7%	35.7%	35.7%	35.7%	35.7%

## Calculo del CPPC

Calculo del Beta Operativo									
Ticker	Short Name	Beta 10 años (Mensual)	Cap. de Mercado	%Part.	Deuda	Relación D/MC	Tasa Impositiva	Beta operativo	Beta Promedio
None (1 security)									
GOGL	Go-Ahead Group plc	-0.19	719.1	0.3%	1,690.0	2.35	25.0%	-0.069	0.000
FGP.L	Firstgroup plc	1.85	1,161.0	0.4%	2,790.0	2.40	21.5%	0.641	0.003
C52.SI	ComfortDelGro Corporation Limited	0.35	5,067.0	1.9%	309.7	0.06	19.49%	0.334	0.006
0077.HK	AMS Public Transport Holdings Limited	0.20	277.4	0.1%	159.4	0.57	18.48%	0.136	0.000
SGC.L	Stagecoach Group plc	0.74	893.4	0.3%	662.0	0.74	5.70%	0.436	0.001
1766.HK	CRRC Corporation Limited	0.77	241,732.0	91.6%	5,970.0	0.02	12.84%	0.754	0.690
JBHT	JB Hunt Transport Services Inc.	0.89	13,350.0	5.1%	1,010.0	0.08	38.39%	0.850	0.043
STOBL	Stobart Group Limited	1.42	842.2	0.3%	79.7	0.09	15.79%	1.315	0.004
			<b>264,042.0</b>	<b>100.0%</b>					<b>0.748</b>

Fuente: Yahoo Finance.

Costo de Capital para empresa de Transporte Público en Perú		Fuente
Tasa libre de riesgo (Rf)	4.76%	Damodaran
Riesgo del mercado (Rm)	11.80%	Damodaran
Prima de riesgo (Rm - Rf)	7.05%	
Beta desapalancado (Boa)	0.75	Yahoo Finance
Costo de Capital EE.UU.	10.03%	
Riesgo País (RP)	1.51%	BCRP
<b>Costo de capital desapalancado (Koa) - US\$</b>	<b>11.54%</b>	
<b>Costo de capital desapalancado (Koa) - PEN S/.</b>	<b>15.22%</b>	Paúl Lira Briceño (Economista Universidad del Pacífico)
Relación Deuda a Capital (D/C)	1.86	
Tasa Impositiva (tx)	29.50%	Sunat
Beta apalancado (Be)	1.73	
<b>Costo de capital (Ke) - US\$</b>	<b>18.44%</b>	
<b>Costo de capital (Ke) - PEN S/.</b>	<b>24.32%</b>	Paúl Lira Briceño (Economista Universidad del Pacífico)
Tasa de endeudamiento (Ki)	12.00%	Banco
Capital	35%	
Deuda	65%	
<b>Costo de Capital Promedio Ponderado (CPPC) PEN</b>	<b>11.95%</b>	

$$COK_{en\ S/} = COK_{en\ US\$} \times \frac{(1 + \pi_{Perú})}{(1 + \pi_{USA})}$$

Elaboración: Autores de la tesis

Para calcular la tasa de descuento del inversionista se realizó una evaluación de los betas de empresas de transporte (“proxy”) en el mercado de Estados Unidos para luego ajustarlo al riesgo de invertir en el Perú.

La tasa de descuento fue calculada con datos de Estados Unidos (en dólares), por ello se convierte a soles con las tasas de inflación de ambos países. No siendo aplicable la ecuación de Fisher, a continuación se explica las ventajas y desventajas.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sirve para evaluar inversiones a corto y mediano plazo.</li> <li>Por un lado mide el rendimiento del capital y por otro la depreciación del poder adquisitivo de dinero.</li> <li>Es muy usado y reconocida las finanzas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usa la tasa de inflación esperada de una economía.</li> <li>Considera la depreciación del poder adquisitivo del dinero en una sola economía.</li> </ul>

## Datos de la Inflación de Estados Unidos

All Urban Consumers – (CPI-U) 1913-2018*								
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug
2008	211.1	211.7	213.5	214.8	216.6	218.8	219.964	219.086
2009	211.143	212.193	212.709	213.24	213.856	215.693	215.351	215.834
2010	216.687	216.741	217.631	218.009	218.178	217.965	218.011	218.312
2011	220.223	221.309	223.467	224.906	225.964	225.722	225.922	226.545
2012	226.655	227.663	229.392	230.085	229.815	229.478	229.104	230.379
2013	230.28	232.166	232.773	232.531	232.945	233.504	233.596	233.877
2014	233.916	234.781	236.293	237.072	237.9	238.343	238.25	237.852
2015	233.707	234.722	236.119	236.599	237.805	238.638	238.654	238.316
2016	236.916	237.111	238.132	239.261	240.236	241.038	240.647	240.853
2017	242.839	243.603	243.801	244.524	244.733	244.955	244.786	245.519
2018	247.867	248.991	249.554	250.546	251.588	251.989	252.006	252.146

**Inflación US\$ 10 años (2008-2018) 15.09%**

Fuente: <https://www.usinflationcalculator.com/inflation/consumer-price-index-and-annual-percent-changes-from-1913-to-2008/>

## Datos de la Inflación del Perú

Fuente: [http://www.aempresarial.com/web/indi\\_ipc.php](http://www.aempresarial.com/web/indi_ipc.php)

Indice Base 2013=100.0		
2018	Enero	127.59
	Febrero	127.91
	Marzo	128.54
	Abril	128.36
	Mayo	128.38
	Junio	128.81
	Julio	129.31
	Agosto	129.48
2008	Enero	93.84
	Febrero	94.69
	Marzo	95.68
	Abril	95.83
	Mayo	96.18
	Junio	96.92
	Julio	97.46
	Agosto	98.03

**Inflación PEN S/. 10 años (2008-2018) 32.08%**

**Tasas libre de riesgo y riesgo de mercado (Fuente: Damodaran)**

<i>Year</i>	<i>S&amp;P 500 (includes dividends)</i>	<i>3-month T.Bill</i>	<i>Return on 10-year T. Bond</i>
1973	-14.31%	6.73%	3.66%
1974	-25.90%	7.78%	1.99%
1975	37.00%	5.99%	3.61%
1976	23.83%	4.97%	15.98%
1977	-6.98%	5.13%	1.29%
1978	6.51%	6.93%	-0.78%
1979	18.52%	9.94%	0.67%
1980	31.74%	11.22%	-2.99%
1981	-4.70%	14.30%	8.20%
1982	20.42%	11.01%	32.81%
1983	22.34%	8.45%	3.20%
1984	6.15%	9.61%	13.73%
1985	31.24%	7.49%	25.71%
1986	18.49%	6.04%	24.28%
1987	5.81%	5.72%	-4.96%
1988	16.54%	6.45%	8.22%
1989	31.48%	8.11%	17.69%
1990	-3.06%	7.55%	6.24%
1991	30.23%	5.61%	15.00%
1992	7.49%	3.41%	9.36%
1993	9.97%	2.98%	14.21%
1994	1.33%	3.99%	-8.04%
1995	37.20%	5.52%	23.48%
1996	22.68%	5.02%	1.43%
1997	33.10%	5.05%	9.94%
1998	28.34%	4.73%	14.92%
1999	20.89%	4.51%	-8.25%
2000	-9.03%	5.76%	16.66%
2001	-11.85%	3.67%	5.57%
2002	-21.97%	1.66%	15.12%
2003	28.36%	1.03%	0.38%
2004	10.74%	1.23%	4.49%
2005	4.83%	3.01%	2.87%
2006	15.61%	4.68%	1.96%
2007	5.48%	4.64%	10.21%
2008	-36.55%	1.59%	20.10%
2009	25.94%	0.14%	-11.12%
2010	14.82%	0.13%	8.46%
2011	2.10%	0.03%	16.04%
2012	15.89%	0.05%	2.97%
2013	32.15%	0.07%	-9.10%
2014	13.52%	0.05%	10.75%
2015	1.38%	0.21%	1.28%
2016	11.77%	0.51%	0.69%
2017	21.64%	1.39%	2.80%

**Arithmetic Average**

1928-2017	11.53%	3.44%	5.15%
1963-2017	11.55%	4.74%	6.65%
2003-2017	11.18%	1.25%	4.19%

1973-2017	11.80%	4.76%	7.35%
-----------	--------	-------	-------

## Financiamiento

Para el financiamiento de los buses, se considera sobre el 80% del valor de cada tipo de bus, considerando que el inversionista aporta con un inicial del 20%. La tasa aplicada al financiamiento es del 12% por un periodo de 5 años.

Financiamiento BUS ELECTRICO						
Tasa TEA:			12%			
Tasa mes:			0.95%			
Costo del Bus	1,075,390					
Inversionista	215,078		20%			
Financiamiento	860,312		80%			
Plazo	60 Meses					
Cuota	18,872					
Total Intereses	271,981		TAX =		29.50%	
Total Escudo fiscal	80,234					
Año	Mes	Interes	Amortizac.	Cuota	Saldo	Escudo fiscal
0	0				860,312	
1	1	8,163.32	10,708.22	18,871.54	849,604	2,408.18
1	2	8,061.71	10,809.83	18,871.54	838,794	2,378.21
1	3	7,959.14	10,912.40	18,871.54	827,881	2,347.95
1	4	7,855.60	11,015.94	18,871.54	816,865	2,317.40
1	5	7,751.07	11,120.47	18,871.54	805,745	2,286.56
1	6	7,645.55	11,225.99	18,871.54	794,519	2,255.44
1	7	7,539.03	11,332.51	18,871.54	783,187	2,224.01
1	8	7,431.49	11,440.04	18,871.54	771,746	2,192.29
1	9	7,322.94	11,548.60	18,871.54	760,198	2,160.27
1	10	7,213.36	11,658.18	18,871.54	748,540	2,127.94
1	11	7,102.74	11,768.80	18,871.54	736,771	2,095.31
1	12	6,991.07	11,880.47	18,871.54	724,890	2,062.36
2	13	6,878.33	11,993.20	18,871.54	712,897	2,029.11
2	14	6,764.53	12,107.01	18,871.54	700,790	1,995.54
2	15	6,649.65	12,221.89	18,871.54	688,568	1,961.65
2	16	6,533.68	12,337.86	18,871.54	676,230	1,927.44
2	17	6,416.61	12,454.93	18,871.54	663,776	1,892.90
2	18	6,298.43	12,573.11	18,871.54	651,202	1,858.04
2	19	6,179.12	12,692.41	18,871.54	638,510	1,822.84
2	20	6,058.69	12,812.85	18,871.54	625,697	1,787.31
2	21	5,937.11	12,934.43	18,871.54	612,763	1,751.45
2	22	5,814.38	13,057.16	18,871.54	599,706	1,715.24
2	23	5,690.48	13,181.06	18,871.54	586,524	1,678.69
2	24	5,565.41	13,306.13	18,871.54	573,218	1,641.80
3	25	5,439.15	13,432.39	18,871.54	559,786	1,604.55
3	26	5,311.69	13,559.85	18,871.54	546,226	1,566.95
3	27	5,183.03	13,688.51	18,871.54	532,538	1,528.99
3	28	5,053.14	13,818.40	18,871.54	518,719	1,490.68
3	29	4,922.02	13,949.52	18,871.54	504,770	1,452.00
3	30	4,789.66	14,081.88	18,871.54	490,688	1,412.95
3	31	4,656.04	14,215.50	18,871.54	476,472	1,373.53
3	32	4,521.15	14,350.39	18,871.54	462,122	1,333.74
3	33	4,384.98	14,486.56	18,871.54	447,635	1,293.57
3	34	4,247.52	14,624.02	18,871.54	433,011	1,253.02
3	35	4,108.75	14,762.78	18,871.54	418,249	1,212.08
3	36	3,968.67	14,902.87	18,871.54	403,346	1,170.76
4	37	3,827.26	15,044.28	18,871.54	388,301	1,129.04
4	38	3,684.51	15,187.03	18,871.54	373,114	1,086.93
4	39	3,540.41	15,331.13	18,871.54	357,783	1,044.42
4	40	3,394.93	15,476.61	18,871.54	342,307	1,001.50
4	41	3,248.08	15,623.46	18,871.54	326,683	958.18
4	42	3,099.83	15,771.71	18,871.54	310,911	914.45
4	43	2,950.17	15,921.36	18,871.54	294,990	870.30
4	44	2,799.10	16,072.44	18,871.54	278,918	825.73
4	45	2,646.59	16,224.95	18,871.54	262,693	780.74
4	46	2,492.64	16,378.90	18,871.54	246,314	735.33
4	47	2,337.22	16,534.32	18,871.54	229,779	689.48
4	48	2,180.33	16,691.21	18,871.54	213,088	643.20
5	49	2,021.95	16,849.59	18,871.54	196,239	596.48
5	50	1,862.07	17,009.47	18,871.54	179,229	549.31
5	51	1,700.67	17,170.87	18,871.54	162,058	501.70
5	52	1,537.74	17,333.80	18,871.54	144,725	453.63
5	53	1,373.26	17,498.28	18,871.54	127,226	405.11
5	54	1,207.22	17,664.32	18,871.54	109,562	356.13
5	55	1,039.61	17,831.93	18,871.54	91,730	306.69
5	56	870.41	18,001.13	18,871.54	73,729	256.77
5	57	699.60	18,171.94	18,871.54	55,557	206.38
5	58	527.17	18,344.37	18,871.54	37,213	155.51
5	59	353.10	18,518.44	18,871.54	18,694	104.17
5	60	177.38	18,694.15	18,871.54	0	52.33

Financiamiento BUS GNV						
Tasa TEA:			12%			
Tasa mes:			0.95%			
Costo del Bus			430,156			
Inversionista			86,031		20%	
<b>Financiamiento</b>			<b>344,125</b>		<b>80%</b>	
Plazo			60 Meses			
Cuota			7,549			
Total Intereses			108,792		TAX =	29.50%
Total Escudo fiscal			32,094			
Año	Mes	Interes	Amortizac.	Cuota	Saldo	Escudo fiscal
0	0				344,125	
1	1	3,265.33	4,283.29	7,548.62	339,841	963.27
1	2	3,224.69	4,323.93	7,548.62	335,518	951.28
1	3	3,183.66	4,364.96	7,548.62	331,153	939.18
1	4	3,142.24	4,406.38	7,548.62	326,746	926.96
1	5	3,100.43	4,448.19	7,548.62	322,298	914.63
1	6	3,058.22	4,490.40	7,548.62	317,808	902.17
1	7	3,015.61	4,533.01	7,548.62	313,275	889.61
1	8	2,972.60	4,576.02	7,548.62	308,699	876.92
1	9	2,929.18	4,619.44	7,548.62	304,079	864.11
1	10	2,885.34	4,663.27	7,548.62	299,416	851.18
1	11	2,841.10	4,707.52	7,548.62	294,708	838.12
1	12	2,796.43	4,752.19	7,548.62	289,956	824.95
2	13	2,751.33	4,797.28	7,548.62	285,159	811.64
2	14	2,705.81	4,842.80	7,548.62	280,316	798.22
2	15	2,659.86	4,888.75	7,548.62	275,427	784.66
2	16	2,613.47	4,935.14	7,548.62	270,492	770.97
2	17	2,566.64	4,981.97	7,548.62	265,510	757.16
2	18	2,519.37	5,029.24	7,548.62	260,481	743.21
2	19	2,471.65	5,076.97	7,548.62	255,404	729.14
2	20	2,423.48	5,125.14	7,548.62	250,279	714.93
2	21	2,374.84	5,173.77	7,548.62	245,105	700.58
2	22	2,325.75	5,222.86	7,548.62	239,882	686.10
2	23	2,276.19	5,272.42	7,548.62	234,610	671.48
2	24	2,226.16	5,322.45	7,548.62	229,287	656.72
3	25	2,175.66	5,372.96	7,548.62	223,914	641.82
3	26	2,124.68	5,423.94	7,548.62	218,490	626.78
3	27	2,073.21	5,475.41	7,548.62	213,015	611.60
3	28	2,021.26	5,527.36	7,548.62	207,488	596.27
3	29	1,968.81	5,579.81	7,548.62	201,908	580.80
3	30	1,915.86	5,632.75	7,548.62	196,275	565.18
3	31	1,862.41	5,686.20	7,548.62	190,589	549.41
3	32	1,808.46	5,740.16	7,548.62	184,849	533.50
3	33	1,753.99	5,794.62	7,548.62	179,054	517.43
3	34	1,699.01	5,849.61	7,548.62	173,205	501.21
3	35	1,643.50	5,905.11	7,548.62	167,299	484.83
3	36	1,587.47	5,961.15	7,548.62	161,338	468.30
4	37	1,530.91	6,017.71	7,548.62	155,321	451.62
4	38	1,473.80	6,074.81	7,548.62	149,246	434.77
4	39	1,416.16	6,132.45	7,548.62	143,113	417.77
4	40	1,357.97	6,190.64	7,548.62	136,923	400.60
4	41	1,299.23	6,249.39	7,548.62	130,673	383.27
4	42	1,239.93	6,308.68	7,548.62	124,365	365.78
4	43	1,180.07	6,368.55	7,548.62	117,996	348.12
4	44	1,119.64	6,428.98	7,548.62	111,567	330.29
4	45	1,058.64	6,489.98	7,548.62	105,077	312.30
4	46	997.05	6,551.56	7,548.62	98,526	294.13
4	47	934.89	6,613.73	7,548.62	91,912	275.79
4	48	872.13	6,676.48	7,548.62	85,235	257.28
5	49	808.78	6,739.84	7,548.62	78,495	238.59
5	50	744.83	6,803.79	7,548.62	71,692	219.72
5	51	680.27	6,868.35	7,548.62	64,823	200.68
5	52	615.10	6,933.52	7,548.62	57,890	181.45
5	53	549.30	6,999.31	7,548.62	50,891	162.04
5	54	482.89	7,065.73	7,548.62	43,825	142.45
5	55	415.84	7,132.77	7,548.62	36,692	122.67
5	56	348.16	7,200.45	7,548.62	29,492	102.71
5	57	279.84	7,268.78	7,548.62	22,223	82.55
5	58	210.87	7,337.75	7,548.62	14,885	62.21
5	59	141.24	7,407.37	7,548.62	7,478	41.67
5	60	70.95	7,477.66	7,548.62	0	20.93

## Anexo VI: Supuestos de la propuesta financiera con incentivos

Para la elaboración del Estado de Resultados los flujos de caja con incentivos los cambios en las siguientes condiciones:

### Inversiones

<b>Inversión total</b>						
Concepto	Flota (Und)	Bus USD (Sin IGV)	Cargador eléctrico	(*)Sistema Media Tensión USD	Total Inversión USD	Total Inversión S/
Buses eléctricos	1	326,271	1,976	9,053	337,300	1,111,741
Buses GNV	1	130,508	0	0	130,508	430,156

(\*) El costo del sistema de media tensión se divide entre 3, proporcional para 1 bus.

### Impuestos a la importación

Concepto	Tasa %	Bus Eléctrico	
		USD	Soles
IGV	0%	-	-
Ad Valorem	0%	-	-
ISC	0%	-	-

### Depreciación anual con incentivos

Concepto	Costo Bus USD	Cargador USD	SMT USD	TOTAL USD	Tasa %	USD	Soles
Buses eléctricos	326,271	1,976	9,053	337,300	20%	67,460	222,348

Al exonerar el pago de IGV, la base para el cálculo de la depreciación varía considerándose solo el costo de importación.

### Costos operativos

Costos en USD	Flota (Und)	Consumo energía	Mantenim.	Sueldos	Seguros	Impuesto vehicular	Total costos USD	Total costos S/
Buses eléctricos	1	6,268	34,440	18,255	3,850	3,850	66,663	219,722
Buses GNV	1	15,389	43,680	18,255	1,540	1,540	80,404	265,010

<u>Estado de Ganancias y pérdidas (En miles PEN)</u>		<u>BUS ELÉCTRICO</u>									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por servicio de transporte		577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46
Costos de operación		194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34	194.34
<b>Depreciación vehículos</b>		222.35	222.35	222.35	222.35	222.35	-	-	-	-	-
Utilidad bruta		160.77	160.77	160.77	160.77	160.77	383.12	383.12	383.12	383.12	383.12
Gastos administrativos (1%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros (1%)		12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69	12.69
<b>Impuesto vehicular</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad operativa		148.08	148.08	148.08	148.08	148.08	370.43	370.43	370.43	370.43	370.43
Gastos financieros		71.92	59.08	44.70	28.60	10.56	-	-	-	-	-
Utilidad antes de partic.e impuestos		76.16	89.00	103.38	119.48	137.52	370.43	370.43	370.43	370.43	370.43
Participación de trabajadores		6.09	7.12	8.27	9.56	11.00	29.63	29.63	29.63	29.63	29.63
Impuesto a la renta		20.67	24.15	28.06	32.43	37.32	100.53	100.53	100.53	100.53	100.53
<b>Utilidad neta</b>		<b>49.40</b>	<b>57.73</b>	<b>67.05</b>	<b>77.50</b>	<b>89.20</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>	<b>240.26</b>
Margen bruto		27.8%	27.8%	27.8%	27.8%	27.8%	66.3%	66.3%	66.3%	66.3%	66.3%
Margen operativo		25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	25.6%	64.1%	64.1%	64.1%	64.1%	64.1%
Margen neto		8.6%	10.0%	11.6%	13.4%	15.4%	41.6%	41.6%	41.6%	41.6%	41.6%

<b>Estado de Ganancias y pérdidas (En miles PEN)</b>		<b>BUS GNV</b>									
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Ingresos por servicio de transporte		577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46
Costos de operación		254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86	254.86
Depreciación vehículos		101.52	101.52	101.52	101.52	101.52	-	-	-	-	-
Utilidad bruta		221.09	221.09	221.09	221.09	221.09	322.60	322.60	322.60	322.60	322.60
Gastos administrativos (1%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros (1%)		5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08
Impuesto vehicular		5.08	5.08	5.08	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad operativa		210.94	210.94	210.94	216.01	216.01	317.53	317.53	317.53	317.53	317.53
Gastos financieros		36.41	29.91	22.63	14.48	5.35	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos		174.52	181.02	188.30	201.53	210.66	317.53	317.53	317.53	317.53	317.53
Participación de trabajadores		13.96	14.48	15.06	16.12	16.85	25.40	25.40	25.40	25.40	25.40
Impuesto a la renta		47.36	49.13	51.10	54.70	57.17	86.18	86.18	86.18	86.18	86.18
<b>Utilidad neta</b>		<b>113.19</b>	<b>117.41</b>	<b>122.13</b>	<b>130.71</b>	<b>136.64</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>
Margen bruto		38.3%	38.3%	38.3%	38.3%	38.3%	55.9%	55.9%	55.9%	55.9%	55.9%
Margen operativo		36.5%	36.5%	36.5%	37.4%	37.4%	55.0%	55.0%	55.0%	55.0%	55.0%
Margen neto		19.6%	20.3%	21.1%	22.6%	23.7%	35.7%	35.7%	35.7%	35.7%	35.7%

## Cronograma de la deuda con incentivos:

Financiamiento BUS ELECTRICO						
Tasa TEA:	12%					
Tasa mes:	0.95%					
Costo del Bus	1,075,390					
Subsidio	225,832	21%	Del subsidio			
<b>Costo - subsidio</b>	<b>849,558</b>					
Inversionista	169,912	20%				
<b>Financiamiento</b>	<b>679,646</b>	<b>80%</b>				
Plazo	60 Meses					
Cuota	14,908.52					
Total Intereses	214,864.60				TAX =	29.50%
Total Escudo fiscal	63,385					
Año	Mes	Interes	Amortizac.	Cuota	Saldo	Escudo fiscal
0	0				679,646	
1	1	6,449.02	8,459.49	14,908.52	671,187	1,902.46
1	2	6,368.75	8,539.76	14,908.52	662,647	1,878.78
1	3	6,287.72	8,620.79	14,908.52	654,026	1,854.88
1	4	6,205.92	8,702.60	14,908.52	645,324	1,830.75
1	5	6,123.34	8,785.17	14,908.52	636,539	1,806.39
1	6	6,039.98	8,868.53	14,908.52	627,670	1,781.79
1	7	5,955.83	8,952.69	14,908.52	618,717	1,756.97
1	8	5,870.88	9,037.64	14,908.52	609,680	1,731.91
1	9	5,785.12	9,123.39	14,908.52	600,556	1,706.61
1	10	5,698.55	9,209.96	14,908.52	591,346	1,681.07
1	11	5,611.16	9,297.35	14,908.52	582,049	1,655.29
1	12	5,522.94	9,385.57	14,908.52	572,663	1,629.27
2	13	5,433.88	9,474.63	14,908.52	563,189	1,603.00
2	14	5,343.98	9,564.53	14,908.52	553,624	1,576.47
2	15	5,253.23	9,655.29	14,908.52	543,969	1,549.70
2	16	5,161.61	9,746.91	14,908.52	534,222	1,522.67
2	17	5,069.12	9,839.39	14,908.52	524,383	1,495.39
2	18	4,975.76	9,932.76	14,908.52	514,450	1,467.85
2	19	4,881.51	10,027.01	14,908.52	504,423	1,440.05
2	20	4,786.36	10,122.15	14,908.52	494,301	1,411.98
2	21	4,690.32	10,218.20	14,908.52	484,083	1,383.64
2	22	4,593.36	10,315.16	14,908.52	473,767	1,355.04
2	23	4,495.48	10,413.04	14,908.52	463,354	1,326.17
2	24	4,396.67	10,511.84	14,908.52	452,843	1,297.02
3	25	4,296.93	10,611.59	14,908.52	442,231	1,267.59
3	26	4,196.24	10,712.28	14,908.52	431,519	1,237.89
3	27	4,094.59	10,813.93	14,908.52	420,705	1,207.90
3	28	3,991.98	10,916.54	14,908.52	409,788	1,177.63
3	29	3,888.40	11,020.12	14,908.52	398,768	1,147.08
3	30	3,783.83	11,124.69	14,908.52	387,643	1,116.23
3	31	3,678.27	11,230.25	14,908.52	376,413	1,085.09
3	32	3,571.71	11,336.81	14,908.52	365,076	1,053.65
3	33	3,464.13	11,444.38	14,908.52	353,632	1,021.92
3	34	3,355.54	11,552.98	14,908.52	342,079	989.88
3	35	3,245.92	11,662.60	14,908.52	330,416	957.55
3	36	3,135.25	11,773.26	14,908.52	318,643	924.90
4	37	3,023.54	11,884.98	14,908.52	306,758	891.94
4	38	2,910.76	11,997.75	14,908.52	294,760	858.68
4	39	2,796.92	12,111.60	14,908.52	282,649	825.09
4	40	2,682.00	12,226.52	14,908.52	270,422	791.19
4	41	2,565.98	12,342.54	14,908.52	258,080	756.96
4	42	2,448.86	12,459.65	14,908.52	245,620	722.42
4	43	2,330.64	12,577.88	14,908.52	233,042	687.54
4	44	2,211.29	12,697.23	14,908.52	220,345	652.33
4	45	2,090.81	12,817.71	14,908.52	207,527	616.79
4	46	1,969.18	12,939.33	14,908.52	194,588	580.91
4	47	1,846.40	13,062.11	14,908.52	181,526	544.69
4	48	1,722.46	13,186.06	14,908.52	168,340	508.13
5	49	1,597.34	13,311.18	14,908.52	155,029	471.22
5	50	1,471.03	13,437.48	14,908.52	141,591	433.96
5	51	1,343.53	13,564.99	14,908.52	128,026	396.34
5	52	1,214.81	13,693.70	14,908.52	114,332	358.37
5	53	1,084.88	13,823.64	14,908.52	100,509	320.04
5	54	953.71	13,954.81	14,908.52	86,554	281.34
5	55	821.29	14,087.22	14,908.52	72,467	242.28
5	56	687.62	14,220.89	14,908.52	58,246	202.85
5	57	552.68	14,355.83	14,908.52	43,890	163.04
5	58	416.46	14,492.05	14,908.52	29,398	122.86
5	59	278.95	14,629.57	14,908.52	14,768	82.29
5	60	140.13	14,768.38	14,908.52	0	41.34

Financiamiento BUS GNV						
Tasa TEA:	12%					
Tasa mes:	0.95%					
Costo del Bus	430,156					
Subsidio	0					
<b>Costo - subsidio</b>	<b>430,156</b>					
Inversionista	86,031	20%				
<b>Financiamiento</b>	<b>344,125</b>	<b>80%</b>				
Plazo	60 Meses					
Cuota	7,548.62					
Total Intereses	108,792.20				TAX =	29.50%
Total Escudo fiscal	32,094					
Año	Mes	Interes	Amortizac.	Cuota	Saldo	Escudo fiscal
0	0				344,125	
1	1	3,265.33	4,283.29	7,548.62	339,841	963.27
1	2	3,224.69	4,323.93	7,548.62	335,518	951.28
1	3	3,183.66	4,364.96	7,548.62	331,153	939.18
1	4	3,142.24	4,406.38	7,548.62	326,746	926.96
1	5	3,100.43	4,448.19	7,548.62	322,298	914.63
1	6	3,058.22	4,490.40	7,548.62	317,808	902.17
1	7	3,015.61	4,533.01	7,548.62	313,275	889.61
1	8	2,972.60	4,576.02	7,548.62	308,699	876.92
1	9	2,929.18	4,619.44	7,548.62	304,079	864.11
1	10	2,885.34	4,663.27	7,548.62	299,416	851.18
1	11	2,841.10	4,707.52	7,548.62	294,708	838.12
1	12	2,796.43	4,752.19	7,548.62	289,956	824.95
2	13	2,751.33	4,797.28	7,548.62	285,159	811.64
2	14	2,705.81	4,842.80	7,548.62	280,316	798.22
2	15	2,659.86	4,888.75	7,548.62	275,427	784.66
2	16	2,613.47	4,935.14	7,548.62	270,492	770.97
2	17	2,566.64	4,981.97	7,548.62	265,510	757.16
2	18	2,519.37	5,029.24	7,548.62	260,481	743.21
2	19	2,471.65	5,076.97	7,548.62	255,404	729.14
2	20	2,423.48	5,125.14	7,548.62	250,279	714.93
2	21	2,374.84	5,173.77	7,548.62	245,105	700.58
2	22	2,325.75	5,222.86	7,548.62	239,882	686.10
2	23	2,276.19	5,272.42	7,548.62	234,610	671.48
2	24	2,226.16	5,322.45	7,548.62	229,287	656.72
3	25	2,175.66	5,372.96	7,548.62	223,914	641.82
3	26	2,124.68	5,423.94	7,548.62	218,490	626.78
3	27	2,073.21	5,475.41	7,548.62	213,015	611.60
3	28	2,021.26	5,527.36	7,548.62	207,488	596.27
3	29	1,968.81	5,579.81	7,548.62	201,908	580.80
3	30	1,915.86	5,632.75	7,548.62	196,275	565.18
3	31	1,862.41	5,686.20	7,548.62	190,589	549.41
3	32	1,808.46	5,740.16	7,548.62	184,849	533.50
3	33	1,753.99	5,794.62	7,548.62	179,054	517.43
3	34	1,699.01	5,849.61	7,548.62	173,205	501.21
3	35	1,643.50	5,905.11	7,548.62	167,299	484.83
3	36	1,587.47	5,961.15	7,548.62	161,338	468.30
4	37	1,530.91	6,017.71	7,548.62	155,321	451.62
4	38	1,473.80	6,074.81	7,548.62	149,246	434.77
4	39	1,416.16	6,132.45	7,548.62	143,113	417.77
4	40	1,357.97	6,190.64	7,548.62	136,923	400.60
4	41	1,299.23	6,249.39	7,548.62	130,673	383.27
4	42	1,239.93	6,308.68	7,548.62	124,365	365.78
4	43	1,180.07	6,368.55	7,548.62	117,996	348.12
4	44	1,119.64	6,428.98	7,548.62	111,567	330.29
4	45	1,058.64	6,489.98	7,548.62	105,077	312.30
4	46	997.05	6,551.56	7,548.62	98,526	294.13
4	47	934.89	6,613.73	7,548.62	91,912	275.79
4	48	872.13	6,676.48	7,548.62	85,235	257.28
5	49	808.78	6,739.84	7,548.62	78,495	238.59
5	50	744.83	6,803.79	7,548.62	71,692	219.72
5	51	680.27	6,868.35	7,548.62	64,823	200.68
5	52	615.10	6,933.52	7,548.62	57,890	181.45
5	53	549.30	6,999.31	7,548.62	50,891	162.04
5	54	482.89	7,065.73	7,548.62	43,825	142.45
5	55	415.84	7,132.77	7,548.62	36,692	122.67
5	56	348.16	7,200.45	7,548.62	29,492	102.71
5	57	279.84	7,268.78	7,548.62	22,223	82.55
5	58	210.87	7,337.75	7,548.62	14,885	62.21
5	59	141.24	7,407.37	7,548.62	7,478	41.67
5	60	70.95	7,477.66	7,548.62	0	20.93



## Flujo de Caja Económico y Financiero del Bus GNV con la Sensibilización

I.	Estado de Ganancias y pérdidas (En miles PEN)										
	BUS GNV										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por servicio de transporte		577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46	577.46
<b>Costos de operación</b>		<b>254.86</b>									
Depreciación vehículos		101.52	101.52	101.52	101.52	101.52	-	-	-	-	-
Utilidad bruta		221.09	221.09	221.09	221.09	221.09	322.60	322.60	322.60	322.60	322.60
Gastos administrativos (1%)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seguros (1%)		5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08
Impuesto vehicular		5.08	5.08	5.08	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad operativa		210.94	210.94	210.94	216.01	216.01	317.53	317.53	317.53	317.53	317.53
Gastos financieros		36.41	29.91	22.63	14.48	5.35	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos		174.52	181.02	188.30	201.53	210.66	317.53	317.53	317.53	317.53	317.53
Participación de trabajadores		13.96	14.48	15.06	16.12	16.85	25.40	25.40	25.40	25.40	25.40
Impuesto a la renta		47.36	49.13	51.10	54.70	57.17	86.18	86.18	86.18	86.18	86.18
<b>Utilidad neta</b>		<b>113.19</b>	<b>117.41</b>	<b>122.13</b>	<b>130.71</b>	<b>136.64</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>	<b>205.95</b>
Margen bruto		38.3%	38.3%	38.3%	38.3%	38.3%	55.9%	55.9%	55.9%	55.9%	55.9%
Margen operativo		36.5%	36.5%	36.5%	37.4%	37.4%	55.0%	55.0%	55.0%	55.0%	55.0%
Margen neto		19.6%	20.3%	21.1%	22.6%	23.7%	35.7%	35.7%	35.7%	35.7%	35.7%
II.	<b>Flujo de caja económico: Bus GNV</b>										
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos de operación	0.0	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5	577.5
Egresos de operación	0.0	-339.13	-339.13	-339.13	-335.84	-335.84	-371.51	-371.51	-371.51	-371.51	-371.51
<b>Flujo de operación</b>	<b>0.0</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>241.6</b>	<b>241.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>
Inversión en activos	-430.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos IGV (Bus)	-77.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inversión en capital de trabajo	-254.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación de capital de trabajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	254.86
<b>Flujo de Inversión</b>	<b>-762.4</b>	<b>0.0</b>	<b>254.9</b>								
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-762.4</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>241.6</b>	<b>241.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
VAN	436.0										
Koa	15.22%										
TIR económica	28.7%										
<b>Flujo de caja financiero: Bus GNV</b>											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-762.4</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>238.3</b>	<b>241.6</b>	<b>241.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
Préstamos	344.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Servicio de la deuda (C+I)	-	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	-90.6	-	-	-	-	-
Escudo Fiscal (Intereses)	-	10.7	8.8	6.7	4.3	1.6	-	-	-	-	-
<b>Flujo de caja financiero</b>	<b>-418.3</b>	<b>158.5</b>	<b>156.6</b>	<b>154.4</b>	<b>155.3</b>	<b>152.6</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>205.9</b>	<b>460.8</b>
VAN	225.4										
Ke	24.32%										
TIR financiero	38.7%										

## **Anexo VIII: Entrevistas a Expertos**

**ENTREVISTADO** : Edwin Quintanilla  
**CARGO** : Director de la Maestría en Gestión de la Energía Ex viceministro de Energía y minas  
**ENTIDAD** : Universidad Esan/ Ministerio de Energía y minas  
**FECHA DE ENTREVISTA** : 5 de abril del 2018

**Entrevistador:**

**¿Cuál es la situación actual de Lima Metropolitana en relación con la generación de energía?**

**Entrevistado:**

Bueno, La generación de energía no tiene valor a nivel de lima, más que lima es el tema nacional, porque la generación esta distribuida en muchos lugares de linea de transmision, es ahí un conjunto y lima es una parte de ese conjunto importante. por eso es el sistema va bien en estos últimos años yo diría que la generación vamos en un nivel competitivo de primer nivel de evaluaciones en el planeta es el primer nivel competitivo, es que la energía ha ido creciendo abismo se duplica energía; iba creciendo cada diez años ha ido la demanda. Hoy puede estar bien por donde puede estar los diez años.

**Entrevistador:**

**Por esto relacionado el tema se vuelve a energías renovables, ¿hay tendencia?**

**Entrevistado:**

Hay cierta tendencia en el planeta el padre a marcado en Europa y los países muy identificados por eso a mí también la énfasis donde los documentos pueden revisar que dice plan nivel nacional 2014,2015 y también 2016..

**Entrevistador:**

**Proyectándonos de acá hacia adelante respeto la capacidad energética del Perú actualmente está produciendo cree que esa capacidad va ayudar a productos eléctricos en unos próximos años.**

**Entrevistado:**

Yo diría que si por varias razones tiene mucho gas, hay hidroeléctrica llega las cosas como el sol y el viento por tocar cuatro recursos es un concepto en el planeta como una empresa muy grande como la OSD, ellos y otras fuentes salen como la electrificación de la matriz energética significa que cada vez la electricidad está sustituyéndola es como un auto eléctrico que consumía mucho, ella te dice marcada, ellos tienen bastante recursos.

**Entrevistador:**

**Tenemos una capacidad osiocia de energía, todavía tenemos una capacidad de energía.**

**Entrevistado:**

No eso mas es tema de la prensa es un poco tediversada, el tema de energéticos si uno implementa una reforma o abusa en megavattios entonces más obras de diversidad, el tefisis y la abundancia, es imposible entonces la demanda sube linealmente las obras son escalones.

**Entrevistador:**

**Pero la tendencia hacer que crezca esa demanda de acá los próximos años cuatro veces más.**

**Entrevistado:**

No puedo decir que estoy bien siempre puedo estar bien hoy día, Perú en los últimos cuatro años a estado bien tiene una cosa externa tiene los últimos años nivel global estamos bien. Podemos des mostrar que un buen jugador de futbol va a ganar un partido sin falta de su equipo.

**Entrevistador:**

**Siguiendo esa línea de siempre proveer la demanda energética ¿actualmente se está haciendo trabajos para la capacidad energética?.**

**Entrevistado:**

Muy poco eso te hace perder una oferta, tener un largo plazo como unos 50 dólares pero si tú haces obras suficientes pueden ir a diésel el detalle es que puedes perder ese ritmo entonces que pasaría si no tiene suficientes pasas al diese, puedes perder eso si no tiene

demanda y suficientes obras. Tienes ese problema pero para resolverlo es muy difícil de hacer eso.

**Entrevistador:**

**Ya estamos comenzando un proyecto que el Perú, se está elaborando como podría hablar de esos posibles recursos eléctricos.**

**Entrevistado:**

primero los objetivos principales, las misiones que hacen pueden tener buen precio, si tienes un buen sistema de buses puedes tener ventajas aparte de las limitaciones que tienen, es un metro subterráneo, no cabe las cien personas en un túnel subterráneo y como podrías arreglar eso si ya lo tienes echo, ahora por una huelga, prohibieron los autos diésel y tuvieron esa demanda. Los problemas que había era el tráfico de autos, segundo la colisión, el metropolitano es unos que tuvo muchos problemas con las personas. Esas cosas no lo pude resolver el gobierno en unos minutos. No solo digamos que ese tipos de buses tuvieron esos problemas también el metro tuvo sus dificultades al momento de tener de diez a quince personas adentro. Antes tenía funciones eléctricas ahora las funciones son renovables.

**Entrevistador:**

**Que medidas debería tomar el gobierno más que todo en los recursos del gobierno, en la tesis que hacemos es complementar el funcionamiento de los buses y la contaminación.**

**Entrevistado:**

Esta bien eso, por eso hay cierta dos tipo de energía renovables y las competitivas tú no puedes amar al planeta siempre, hay una manera que de darle solución vendiendo el producto en buen estado. Económicamente puedes tener recursos priorizados. Otros buses no pueden que sea renovable, si es de diese no podía pasar a provincia. Ese bus no puede rondar por carretera tiene que renovar los buses, no siempre pueden soñar poco, tiene que tener ese sueño de largo plazo para seguir adelante.

**Entrevistador:**

**Mantener el precio de competitividad en los buses en el Perú**

**Entrevistado:**

si tengo un bus eléctrico tendría cierta inversión y también una inversión diferente, la pendiente del costo sería esta que es tu equilibrio económico, los camiones eléctricos, una fábrica.

**Entrevistador:**

**Si vimos unos camiones recolectores**

**Entrevistado:**

también para motos eléctricas, un auto eléctrico es de 16, el tema de eficiencia, es muy largo plazo, no es que el gobierno también ponen sus buses, primero tienen que equilibrarse, los autos eléctricos tienen una manera de cargarse, tienen diferentes precios, si vale cien por ciento, de cero a ocho cambia el precio, entonces podrías cargar tus buses en la madrugada, tiene dos regímenes, uno por acá y uno por allá, un auto local tenía 7 horas de economía, podrías cargarlo en la noche, los taxis te cobran hasta por cargar cosas, la energía no es un solo precio, es un conjunto de precios, tienen periodos diferentes entre el día y la noche, en España hay una empresa "Hola Luz", tienen precios económicos, como de los que estamos hablando los productos eléctricos. Eso puede ser una referencia, para mí la variable es pendiente.

**Entrevistador:**

También sobre el auto eléctrico mantiene esa relación y también el costo justo del mantenimiento es muy diferente a la de un carro diésel que también formaría parte de la evaluación financiera.

Esta información que hemos encontrado un bus eléctrico está alrededor de 500,000 dólares, con GNV de 180, ese costo muy elevado podría ser una limitación del sector privado.

**Entrevistado:**

He visto unos lugares así antiguos, viejitos. Donde tienen esos buses llamados Croles, que tienen ese cable arriba. Esa empresa se llamaba CroleBus, esa empresa tiene una ruta fija, la red te alimenta, es como la computadora le quitas la red pero la batería sigue funcionando. El mismo tren eléctrico tiene cables eléctricos, porque el tren no va a cualquier lado tiene su carril y riel para ir a los lugares que puede parar. Para que quiero autonomía.

**Entrevistador:**

**Justo la parte de más costosa de un bus eléctrico es la batería, porque algunos lugares financian la batería en el sistema de arreglamiento podrá promocionarse, para bajar un poco el costo de la batería.**

**Entrevistado:**

Que pasa si Javier Prado lo llenan de buses, genial un sistema de buses, un sistema que pueda hacer acá y un sistema de regreso. Se podría hacer un corredor de buses eléctricos, y poner a los alimentadores al natural. Por ejemplo un corredor en San Borja como el Pentagonito, un bus que me lleve a Javier Prado. Por eso se puede mejorar la vía pero en subterráneo.

**Entrevistador:**

**Normalmente los casos de éxitos sobre los buses eléctricos, aún se mantienen las energías actuales, por ejemplo antes unos países usaban diésel pero se cambia a gas y dejo lo eléctrico atrás, una flota.**

**Entrevistado:**

El caso de Lima es el tráfico porque les falta pensar a largo plazo, es una estrategia muy simple.

**Entrevistador:**

**Ahora no contamos un tipo de infraestructura, queríamos saber si contamos con esa infraestructura en el país.**

**Entrevistado:**

Eso depende de la autonomía de los buses, puede recorrer ciertos productos, como por ejemplo de cincuenta kilómetros, son cinco viajes por día, no solamente es el bus también es el que carga el bus. Podría ser cinco horas por viaje tras el curso.

**Entrevistador:**

**Hay soluciones para la carga de batería lo cambias de batería y lo dejas que cargue de tres a cuatro horas como tipo bus de doce metros tipo metropolitano, las baterías está en constante evolución para que tenga menos duración de carga. esa infraestructura, estaría a cargo del gobierno.**

**Entrevistado:**

Es muy difícil que el gobierno haga eso, tiene que tener la vida, es un sistema, le bajo los impuestos, no sé si trabaja para el estado. Hay un libro que se llama la vida de diaria común 2017.

Esto queda en duda por la energía económica para el bienestar de uno.

**Entrevistador:**

**Habría un costo para los buses, para una persona económica.**

**Entrevistado:**

Buscan salidas para ese tipo de energía, uno no tiene que llegar a ese extremo, uno tiene que entrar, así como en la red, como el petróleo, el gas, te permite tener una matriz limpia.

**ENTREVISTADO** : Elmer Ramirez  
**CARGO** : Especialista en Energía.  
**ENTIDAD** : Universidad Tecnológica del Perú  
**FECHA DE ENTREVISTA** : 27 de marzo del 2018

**Entrevistador:** Buenas. Este nosotros tenemos el conocimiento de que usted hizo un proyecto de investigación que tiene por título “Análisis del impacto ambiental y económico de la introducción de vehículos eléctricos en Lima y Callao”, eso lo hizo en el 2015. Quería más o menos tratar de preguntarle qué es lo que lo motivó a hacer este proyecto de investigación.

**Entrevistado:**

Bueno, ese fue un estudio, un servicio de consultoría con una empresa que solicitó a la universidad realizar un estudio sobre cuales eran estas oportunidades y como era el estado del arte en el tema de la movilidad en nuestro país. Bueno, lamentablemente yo no puedo revelar unas cosas, porque esto es de propiedad de la empresa que es ENEL yo les puedo dar el contacto para que ustedes a través de ellos les puedan proporcionar información, como ustedes saben todo estudio, es la empresa que los solicita los dueños de la información, pero a manera de alcance yo he seguido trabajando y sigo trabajando en este temario, les puedo dar algunos alcances de cómo está el tema respecto a la movilidad eléctrica, pero ustedes veo que están básicamente enfocados a lo que son los buses, porque se entiende como movilidad eléctrica a todo en este sistema motor que permite pues el desplazamiento de personas. Tanto como autos, buses, camiones, taxis y todos los sistemas que hay. Pero bueno, más bien veamos cuáles son sus preguntas respecto a su tema.

**Entrevistador:** **Ok. Otra de las preguntas es: Del resultado de esta investigación que usted realizó. ¿Ha sido factible o es factible la introducción de vehículos eléctricos en Perú o en Lima y Callao?**

**Entrevistado:**

Cuando hablamos de vehículos eléctricos estamos hablando en general. Entendía que ustedes eran de buses, pero claro como lo de este estudio era respecto a temas de la movilidad eléctrica. Los resultados indicaban que para nuestro país en los próximos a mediano y largo plazo lo que conviene es el transporte masivo; es decir, todo lo que es trenes y también lo que tenemos, la línea 1 y está en proceso la línea 2 y tenemos hasta la línea 6 y también el tema de los articulados que vienen a ser los del metropolitano que en estos momentos existen, pero como ustedes se habrán dado cuenta en corto tiempo esto ya supero la capacidad. De acuerdo

con cómo se moviliza, el estudio fue para Lima y Callao que era lo que el país alberga la mayor cantidad, un tercio de la cantidad de la población del país, era la necesidad. Continuar con los buses que eran los más rentables porque el costo por cantidad que era lo que más resultaba y este continuar con los buses, pero hay un tema en la cual es muy importante destacar, en el país no podemos trabajar de manera independiente o sea eléctricos, articulados, trenes, tiene que haber una articulación, valga la palabra de todos los sistemas de transportes de tal manera que la infraestructura futura este ya desarrollado en base a eso, porque no podemos decir que tenemos acá vías exclusivas para lo que es movilidad eléctrica y luego con las construcciones vamos a ir modificando, porque ingresan otros tipos de movilidades que son importantes y necesarias. Sé que hay una entidad en Ate creo que es el que está viendo el tema de lo que son los trenes, los micros, pero está viendo ya un trabajo más integrado. Nos hemos reunido la semana pasada con las autoridades y ellos si están ahorita articulando todo ese tema y lo ven como la movilidad eléctrica como un elemento más de todo el sistema que permita tener pues este un sistema inteligente. Entonces a su pregunta la respuesta es que eso es lo que necesita uno de los países desarrollados ustedes ven que mayormente la masa es por transporte masivo.

**Entrevistador:** **En el análisis yendo un poco al tema ya financiero y económico. En el análisis económico de su investigación. ¿Qué variables considera para determinar la factibilidad del uso de buses eléctricos, que factores, que variables económicas y macroeconómicas?**

**Entrevistado:**

Bueno este allí en ese estudio que yo les voy a dar la referencia para que lo tengan ustedes. Básicamente se hizo estudio sobre a nivel global que era lo que más factible, no se hizo un análisis de cuanto debería de costar, cuantos buses se requieren cuanto es el costo, cuanto es el ROI no se hizo ese estudio, simplemente la factibilidad de que era lo que el país en estos periodos se necesitaba, pero yéndonos ya un poco al tema de la movilidad eléctrica hace menos de un mes se inauguró el primer bus de la línea Flores el primer bus, es un bus que tiene una autonomía de...(6:16)... de unos 300 kilómetros por 300 kilómetros por carga, tecnología china, que es lo que ahorita hay en Chile, Uruguay y Colombia, es la misma unidad y es la que ahorita está más desarrollada más fuerte y que bueno tiene un ahorro hasta del 40% de la actual tecnología que tenemos. En el futuro va a ser la tendencia, se considera que al 2040 vamos a tener cerca de 40 millones de unidades en el mundo, porque la eficiencia de estas unidades es bastante grande. Para hacerle una comparación por ejemplo con los autos que les puede ser un poquito más familiar que un bus, porque no estamos acostumbrados a manejar. Por ejemplo, en un auto en términos promedios un auto te da aproximadamente 14

kilovatios hora por cada 100 kilómetros. Cuando hablamos de un auto eléctrico, el costo es los kilovatios hora, es lo que pagamos cuando llega la factura en la casa pagamos kilovatio hora y cuando uno tenga un auto eléctrico lo que va a pagar son los kilovatios hora. Entonces, un auto en promedio son unos 14 kilovatios hora por 100 kilómetros, su equivalente los motores de combustión interna están alrededor de los 45 kilovatios hora de consumo por 100 kilómetros o sea más o menos el ahorro está entre dos a tres veces, si eso lo llevamos a costos vamos a tener ese ahorro. La otra bondad que tiene el auto eléctrico es que poco contaminante, es casi cero no considerando el efecto de la producción que ha tenido, pero ya en el periodo de operación hay un costo atmosférico bajo, casi nada. Bueno la tecnología está avanzando, todavía el costo es representativo es por eso que la introducción en los países en todo el mundo es un poco difícil, dado que, le cuento hace unos 10 años podría un auto estar costando 60 mil dólares de un equivalente acá en 15 mil, hoy en día ya están bajando los precios un auto de más o menos de 17 mil dólares en eléctrico debe estar en 30 mil dólares, porque el costo de la batería es el que se va., ahí se va todo, pero ya bajaron ahora el costo está en 40% casi el 40% del costo está en batería. Entonces, del desarrollo de la batería eso es lo que actualmente hay, y si nos vamos ya a los buses ustedes saben son unidades en las cuales todo el día pueden estar funcionando, entonces uno de los principales problemas ahorita es el costo. Ese bus que ustedes han escuchado está más o menos 450 mil dólares, más o menos esta por ahí, que su equivalente cuesta mucho menor, uno a gas. El inconveniente, las barreras que ahorita se tienen es que no tenemos una infraestructura desarrollada en la ciudad, lo que se quiere es que cuando se tengan movilidades, uno tenga el menor tiempo para las cargas, cuando usamos nuestros autos nos vamos a una estación no nos demoramos más de 10 minutos; sin embargo, si queremos verlo desde el punto de vista de la carga las cargas normalmente son lentas y podemos demorar mucho tiempo, pero ya hay muchas formas. Existen rieles exclusivos donde pasa el bus y está cargando mientras están los pasajeros ingresando y saliendo, hay otro sistema en donde cambian todo el paquete de baterías y la ingresan y eso es rápido. Eso va a ir evolucionando. La ruptura de un cambio tecnológico siempre al inicio es muy fuerte, es impactante, pero con el tiempo va cambiando totalmente. Por ejemplo, los autos eléctricos tendríamos que tener en casa el enchufe que bueno se puede adaptar, pero el tema es lo fundamental en eso, estoy trabajando también, cuales vienen a ser esos incentivos que nos van a permitir que los usuarios hablando del auto eléctrico se puedan desplegar, hay muchas formas, muchos incentivos, pero los incentivos que se han dado en otros países no son las mismas que acá, acá tenemos otra realidad que hay que adaptar, hablando de incentivos sobre lo que se graba por impuestos de autos, el mismo hecho de los impuestos que paga un auto después de unos años de nuevo. El hecho de que un auto si quiero fomentar pueda tener vías exclusivas, no pueda pagar peaje, tengan parqueos sin costo, de que

el Estado pueda subvencionar en parte, que nuestros autos convencionales puedan ser parte de pago, entonces hay toda una serie de iniciativas que si bien es cierto en otros países han dado resultado, en cada país es una realidad diferente, que eso hay que trabajarlo, hay que validarlo. En el tema de los buses; por ejemplo, una manera en la cual se puede, eso que siempre, algunos eventos siempre he dicho, normalmente las entidades públicas, las municipalidades que gestionan las rutas, y fue así con el gas, me parece que ellos ya exigían que para tener una continuidad de la ruta deberían de tener autos nuevos y con tecnología de gas, el cual deberían de hacerlo, que para tener la continuidad de la ruta es modernizar el parque automotor sus buses, entonces tendrían que poner una cuota, un porcentaje de buses eléctricos. Podría ser de alguna manera es una medida un poco fuerte para las empresas, pero por otro lado ellos deberían de tener otros beneficios. El Estado les pueda ayudar a través de exonerar los impuestos de importaciones y las otras preferencias como les decía no pago de peajes, una serie demás en cuanto a los pasajes también deberían de estar subvencionados, una parte paga el público y otra parte paga el Estado, como se está haciendo con el gas, la parte eléctrica está siendo subvencionada, cuando el gas de Camisea para que se incursione tenía que haber una demanda, entonces esa demanda no estaba todavía en el país, entonces que es lo que hicieron, todo es para generar electricidad. Hoy en día las empresas generan electricidad con un costo de gas bajísimo, porque es una forma de incentivar la demanda que hará que el gas de Camisea salga. Entonces, con el tema la movilidad eléctrica tiene que haber así ciertas estrategias que permitan como vamos de una manera empujando a las empresas y por otro lado también aflojando en el tema de los incentivos.

**Entrevistador:** **Bueno, más o menos englobo varias preguntas, pero si nosotros tratáramos de implementar el tema de buses eléctricos en el Sistema de Transporte, en este caso el Metropolitano, ¿Qué variables podríamos considerar para alentar una propuesta en este sentido?**

**Entrevistado:**

Lo que mencionaba. Tendrían que hacer todo un análisis de los incentivos que hay, pero siempre debería de haber, se debe empezar casos exitosos y ¿cómo podría ser? Incursionar la movilidad en lugares donde hay un flujo masivo y tramos cortos, tienes el aeropuerto. El aeropuerto es un lugar donde hay un movimiento de personas, miles de personas, tiene tramos, es muy fácil, no son muy largos, pero ya el impacto. Además, las municipalidades deberían ayudar en incorporar buses ya sea para sus servicios de turismo como para el mismo personal, de tal manera que ciudad pueda visualizar que estos sistemas tienen un impacto, una connotación al medio ambiente, que es limpio, que se vaya generando esa cultura, así como

eso, instituciones del Estado, instituciones públicas y privadas en proyectos específicos y requiera unidades, de tal manera que poco a poco esto ya se vaya haciendo más familiar y que ya no nos sea un producto un tabú, se debería trabajar de esta manera, así como lo están haciendo otros países . Ustedes van a cualquiera Chile, Colombia, muy cerca, no tengo que irme lejos, ustedes pueden ver pasar un bus eléctrico, ese sería algunas de las recomendaciones y trabajar en analizar nuestra realidad para ver cómo se puede ayudar a que ello sea una realidad.

**Entrevistador:** **Otra de las preguntas que queríamos hacerle es en cuanto a la capacidad energética que tenemos acá en el Perú. ¿Realmente tenemos la suficiente capacidad que garantice la estabilidad de energía para poder llevar a cabo este proyecto de introducción de vehículos?**

**Entrevistado:**

Bueno, nosotros en estos momentos el país hace unos dos o tres años está, yo diría que está con una crisis energética, pero no una crisis energética por falta sino por exceso. En el Perú la máxima demanda es más o menos 6500 megavatios, la máxima demanda, nosotros tenemos una sobre oferta de más del 100%; es decir, tenemos centrales ociosas, porque no se desarrollaron algunos proyectos mineros que en los tiempos que el país tenía un PBI del 6% y la calificación se veía que era necesario tener empresas de generación eléctrica, entonces se desarrolló muchos proyectos, pero esta demanda no surgió, entonces quedo instalada una potencia de más de 12,000 Kilovatios megavatios y esto ha generado una crisis en las empresas del sector eléctrico que en estos momentos ellos están desesperados en qué hacer con su energía. Esto va a durar aún muchos años. Entonces, movilidad eléctrica su consumo es la electricidad. Entonces ¿qué es lo que se necesita? Es un parque eléctrico con centrales que puedan abastecer la demanda dependiendo de un parque automotor que se tiene, pero si nosotros nos remontamos y hacemos un supuesto que de acá a unos 5 o 6 años ya vamos a tener, con lo que tenemos nos es más que suficiente. La otra ventaja que tiene el país está estratégicamente ubicada y tiene energías disponibles, o sea no tendríamos ningún problema como el caso de Chile. Nosotros tenemos gas, tenemos energía renovable, tenemos agua y si quisiéramos hacer proyectos energéticos se pueden hacer, siempre y cuando exista la demanda, y si la demanda se genera por el parque automotor, estén seguros que no tendríamos ningún proyecto, porque cualquier inversionista vendría y hace sus proyectos hidroeléctricos, en renovables y podría fácilmente suplir esta energía, considerando que también la movilidad eléctrica tiene una gran ventaja que en los momentos de freno se regenera, o sea recupera la energía y, además, esta energía que no es usada la puede inyectar al sistema. Hay una serie de

ventajas, una serie de negocios que se pueden generar con esto, porque en el caso de los autos eléctricos; por ejemplo, de los autos eléctricos, si uno carga en horas donde el precio es bajo puede vender la energía en las horas donde el precio es alto. Eso es lo que llamamos el tema de la bidireccionalidad del flujo de energía, pero para eso tiene que haber una directiva o que la norma se establezca de que cualquier persona así común como nosotros pueda vender energía. Hoy en día las leyes de concesiones eléctricas solamente establecen a empresas de generación, transporte y distribución a hacer negocio con la energía, pero si cambiamos la normatividad nosotros podríamos, también puede ser un incentivo, de que teniendo autos eléctricos yo pueda inyectar energía al sistema y tener al término del mes la empresa de distribuidora me diga cuanto he vendido y cuanto he consumido y de ahí exista una diferencia. Esa es otra forma de poder incentivar y motivar a la gente que es una oportunidad de negocio, tienen que haber muchos cambios. Esto se está dando en otros países, se da en España, se da en Alemania. No es nada del otro mundo. Entonces, hay que analizar muchas cosas. En el tema de energía no nos debemos de preocupar.

**Entrevistador:** **Y una consultita en lo que justamente menciona esa venta de energía, eso como persona natural entiendo que también podría darse como persona jurídica. Poniéndome desde el punto de vista del sector privado, o sea si tu transportista, decides vender una flota de buses eléctricos y la normativa cambia, como usted dice, relacionado al tema de la venta de energía, de cualquier otra forma, o sea en la parte financiera poder compensar, o vender o utilizar.**

**Entrevistado:**

Habría que ver hasta qué punto la normatividad establece que yo pueda ser un micro distribuidor de energía, porque en todo caso todo se basa a normas, lo que yo mencionaba era para cualquier usuario donde tiene que tener una serie de requisitos, pero que todavía no están, pero se puede dar. Lo que si hay otra de las formas en la que el Estado puede contribuir es a establecer regímenes diferenciados en los costos de energía; es decir, yo he estado unido para uso exclusivo de autos y ese consumo es un costo inferior al que normalmente de autos.

**Entrevistador:** **Una de las últimas preguntas es la relación Benchmarking con otros países de la región. ¿Cómo el avance en la distribución de vehículos eléctricos en el Perú?**

**Entrevistado:**

Bueno, nosotros todavía no hemos empezado, estamos en nada. El primer vehículo eléctrico en llegar es un Mitsubishi pequeño, pero después de manera aislada pueden haber uno o dos, pero no hemos empezado todavía, salvo que con este bus, la ministra del ambiente manifestó cuando se hizo la inauguración que este era un prototipo y que en el año se iban a incorporar diez más, ósea que en total iban a ser diez más, eso es una buena noticia si eso ocurre, porque ya estaríamos iniciando en este mundo importante de la tecnología en la movilidad eléctrica. ¿Cómo lo vemos en el país? Yo creo que como cualquier país como Chile y Colombia que empezaron es muy difícil, o sea va a durar. Tenemos para muchos años. Como les digo para el 2040 se va a tener esa cantidad de buses. Yo estimo que en el país de acá a unos 20 años podríamos tener entre unos mil a dos mil vehículos eléctricos. Todo va a depender, puede que en un periodo cambie bruscamente, es lento, pero bueno la tendencia futura posiblemente ya nuestros hijos, nuestros nietos, ellos ya no conozcan lo que es los motores de combustión interna.

**Entrevistador:** **Quiero hacerle dos preguntas. La primera relacionado al tema de bienestar social, al tema de la parte de contaminación, o sea entiendo de que de cara a ser una migración a buses eléctricos o en general vehículos eléctricos, o sea si bien estamos recién iniciando, ya vio algún impacto considerable, o sea alguna percepción. ¿Usted considera que el público, las personas, la sociedad al ver estos cambios a que se esté comenzando a utilizar este tipo de energías de alguna forma fomenta la demanda, se percibe ese bienestar social que en otras formas se pueden cuantificar de cierta manera, pero mi consulta es la sociedad lo percibiría por más pequeño que sea?**

**Entrevistado:**

Este tema es cultural, porque todo va a depender de que tanto las personas que vienen desde los colegios saben sobre el cuidado del medio ambiente. Estoy seguro de que si en este momento ese bus eléctrico está circulando y hay una cantidad de gente que ve al bus eléctrico, posiblemente hay muchos que lo pasan desapercibido no pueden confiar en el bus eléctrico, no saben que tiene un arrancador eléctrico. La cultura que nosotros tenemos todavía no genera ese impacto en las personas, en los jóvenes estudiantes de que tan importante es eso, que es lo que representaría, tanto en el tema económico, en el tema de salud, en el tema ambiental, etc. Pero es todo un proceso que también va a depender mucho de quienes dirigen nuestro país, o sea como lo ven ellos, o sea nosotros vemos televisión y pregunto qué tanto de esa información vemos, casi nada. Cuando en el gobierno de PPK el premier en su mensaje dijo

que parte de su prioridad era el tema de la generación distribuida para aquella gente que no tiene electricidad, los autos eléctricos y toda una serie, es su propuesta, pero ¿que se hizo? No se hizo nada. Hoy en día ¿en qué estamos? El ministerio de transportes y comunicaciones está viendo todavía el tema de la homologación de los buses tradicionales. Sé que la norma, la normatividad para los autos eléctricos ya se está trabajando. Se está lanzando, pero a pasos muy lentos, porque se requiere de mucha infraestructura, se requiere un trabajo muy articulado en general y eso es lo que se necesita aquí en el país, que se conozca, que desde los colegios sepan la importancia de todas estas cosas para que la nueva gente conozca. Estoy seguro de que muchos de nosotros que no estamos metidos en esto, lo vemos y no nos va a causar mucho impacto, pero sí, tenemos mala instrucción por diferentes medios, le vamos a dar más importancia, pero en este momento todavía estamos en proceso.

**Entrevistador:** **Y de cara a la contaminación. ¿Cree que poder implementar estos buses en el sistema de transporte urbano por ejemplo de Lima pueda marcar alguna diferencia en la reducción de emisiones, o sea hay un impacto considerable?**

**Entrevistado:**

Por supuesto, hay cifras de la cantidad de kilos de CO<sub>2</sub>, por ejemplo, de un auto equivalente, por ejemplo, tenemos, en el tema de contaminación se estima que las emisiones de CO<sub>2</sub> de un auto están en más o menos en 3.3 kg de CO<sub>2</sub>, si hacemos un equivalente a uno de combustión, el de combustión está en 13 ,3kg de CO<sub>2</sub>, uno diésel, en promedio si hacemos un consumo estamos hablando de una cantidad más o menos 4 veces. El impacto sí es bastante fuerte. En Lima que es una ciudad muy congestionada de mucha polución y más o menos el 45% se debe al transporte. Entonces si nosotros eliminamos eso, nosotros definitivamente vamos a mejorar.

**Entrevistador:** **Profesor una consultita más, había yo revisado unos estudios que habían realizado unos planes estratégicos en Chile y Colombia en los cuales, si bien hay una participación, o sea los principales participantes vienen a ser el sector privado y el Estado. Vi mucho que había temas de centros de estudios, universidades que también iban de la mano para lograr hacer un plan integral. Entonces, ¿Usted considera que, de cara a esta migración, poder introducir vehículos eléctricos en el país ya sea buses o en general la movilidad eléctrica a parte del Estado y el privado que otros participantes podríamos considerar que puedan fomentar y**

**ayudar, a no sé o a la demanda o a fomentar la demanda o que de alguna otra forma se logre poder cambiar a este tipo de energía?**

**Entrevistado:**

Claro, si queremos generar una demanda, como mencionabas desde el inicio, para generar una demandad tenemos que tener estas condiciones. En este momento es un poco difícil que si yo voy a comprar un auto y tengo más o menos un presupuesto de 15 mil o 17 mil dólares y me dicen que el del costado vale 35 mil dólares, las prestaciones son las mismas, pero la dificultad que lo otro solamente lo puedo cargar en mi casa, no me puedo ir a otras ciudades, va a ser bien difícil. Es todo un conjunto, es todo un sistema no podemos generar demanda de manera independiente, esto tiene que venir a nivel de Estado, políticas de Estado, en las cuales se establezcan ciertas metas en un determinado periodo lograr una cantidad de unidades tanto en buses como en autos y en base a eso ya comenzar a trabajar lo que es la normatividad, que es el trabajo en la comunicación con las grandes empresas que fabrican, como darles las facilidades a ellos, si es que vienen acá ellos tiene que poner el precio accesible y el Estado tiene que entrar en convenio y así dar facilidades. Empezar el sector público a través de los ministerios, municipalidades e incentivar al sector privado para que le dé también esos beneficios, o sea es toda una maquinaria muy estructurada que tiene que funcionar de esa forma y lo otro es que yo tengo muy claro que no podemos trabajar solamente ese tema, mientras se está viendo que hay buses, hay trenes y se quiera armar toda una infraestructura no podemos cruzar estos proyectos que se viene, sino solamente un sector va a poder trabajar en eso.

**Entrevistador: O sea tiene que estar todo integrado.**

**Entrevistado:**

Todo.

**Entrevistador: Hasta incluso me imagino que, para la infraestructura, la parte de las universidades tiene que trabajar un perfil de técnicos para ese tipo de infraestructura.**

**Entrevistado:**

La demanda, o sea las nuevas ciudades que aparezcan ya tiene que estar implementadas con suministro de energía ara que las personas de esas viviendas no tengan problemas, porque es un consumo fuerte de energía.

**Entrevistador:** Bueno, esas eran las preguntas de cara a nuestra investigación. Acá mi compañero tenía una que uno de nuestros profesores nos había hecho por ahí tal vez nos pueda ayudar o darnos alguna ayuda. Nos había comentado que existían tipos de vehículos eléctricos. ¿Usted conocerá cuales son esos tipos de vehículos eléctricos? En verdad, hemos tratado de encontrar información, lo tenemos muy general, pero no sé si tendrá ese detalle.

**Entrevistado:**

Bueno, tenemos el más sencillo, es el vehículo eléctrico 100% eléctrico, su motor eléctrico va a generar la tracción a las ruedas. ¿Qué necesitas? Su batería y su motor eléctrico. Es importante señalar que no hay embriague, porque no hay embriague no hay los cambios. El motor eléctrico tiene un variador de velocidad que simplemente con un pedal yo regulo cuanto de corriente va al botón y con el botón se acelera o desacelera. El otro tipo de vehículos ya son los vehículos híbridos. ¿Qué significa un híbrido? Que es una parte del convencional que es el motor de combustión interna y tiene el vehículo eléctrico. De estos híbridos hay dos tipos: Aquel que tiene el motor de combustión interna para generar tracción, o sea no funciona en eléctrico, pero ahí mueve las ruedas y hay el otro que el motor de combustión interna no genera tracción, sino que va a ser el que va a cargar a las baterías, tiene su generador. Entonces tiene un motor para generar tracción y tiene un generador que está cargando la batería, entonces tiene una autonomía mucho mayor. Normalmente en toda introducción siempre arranca con el híbrido ¿Por qué? Porque esa persona no se va a quedar botada, si se te bajo la batería, vas a una estación de gas y esas son la gran diferencia del motor eléctrico y el híbrido y el híbrido con motores de combustión y eléctrico, que ambos dan tracción y el otro que solamente carga a batería, y de allí ya hay unas subdivisiones algunas que ya son enchufables, recargables, pero esas son los 3 tipos bien diferenciados que hay.

**Entrevistador:** Y sabrá si es que eso también, o sea entiendo que esos son relacionados a vehículos eléctricos pequeños o ¿También es lo mismo para los buses?

**Entrevistado:**

En los buses por ser una carga bien grande, yo sé que están funcionando son plenamente eléctricos, pero si hay híbridos posiblemente debe haber, pero todavía no, o al menos en nuestra región no lo hay.

**Entrevistador: Listo profesor, de cara a la presentación de nuestro trabajo, le agradecemos por su tiempo, de todas maneras, lo vamos a poner en nuestra tesis, agradecimientos.**

**ENTREVISTADO** : Sergio Martínez  
**CARGO** : Gerente General  
**ENTIDAD** : Consorcio Transvial Lima SAC  
**FECHA DE ENTREVISTA:** 19 de abril del 2018

**Entrevistador:**

Hola, buenos días.

**Entrevistado:**

Te cuento poco quienes somos nosotros. Nosotros somos uno de los operadores de buses del Metropolitano, hay 4 operadores de buses del Metropolitano y digamos que nuestro grupo está formado por empresas lógicamente peruanas, una empresa al día de hoy uruguaya. Originalmente teníamos un soporte técnico a una empresa de Madrid de donde yo vengo y tenemos un contrato de asistencia técnica. Pues por lo cual, con este tipo de tecnología eléctrica y propulsión eléctrica, a gases, diésel e incluso hidrógeno, biodiesel. Se han probado en el transporte público de Madrid y te puedo alcanzar inputs o información de cómo está la tecnología el día de hoy. Dicho esto, pregúntame lo que quieras.

**Entrevistador:**

Empezamos en base al cuestionario que te enviamos, haré lo más ágil posible, en verdad no queremos aprovechar mucho de tu tiempo. En si queríamos partir por tu experiencia laboral que has tenido y como experto, qué conoces de los buses eléctricos, respecto al aspecto técnico y de los buses en sí.

**Entrevistado:**

Es una tecnología nueva y sí la conozco, yo pertenezco a una empresa pública que prueba esta tecnología, llevo 8 años trabajando aquí en Perú en el proyecto del Metropolitano y bueno si bien no he perdido contacto del todo, no sé exactamente cómo está la tecnología a hoy en día desarrollada a un 90%, te hablo de información del año pasado. Concretamente en noviembre de 2017 que estuvimos en un congreso de este tipo de tecnologías. Esta tecnología todavía no está madura del todo. Es una tecnología que tiene desventajas al día de hoy. Entre ellas, las desventajas que tiene es que es una tecnología que está en pleno desarrollo comparado con otras tecnologías de propulsión. Es muy nueva, que puede llevar 15 años en desarrollarlo. Desde el año 2000 la empresa EMT de Madrid hizo pruebas con un bus diésel con motor eléctrico,

donde el motor a combustión alimentaba al motor eléctrico, se hizo las primeras pruebas. Las mismas se hicieron también en el 2007, luego vinieron buses puramente eléctricos. Eran buses chiquitos pero las baterías duraban 2 años y medio y no aguantaba la autonomía. Pues muchos al día de hoy y con las pruebas que hemos tenido con los fabricantes y buses, el año 2015 y también hicimos pruebas en el 2017 relativamente nuevos, con baterías de aproximadamente de entre 250 y 380 kilovatios (kW). La máxima autonomía que hemos tenido es de 200 kilómetros (km), ese es la autonomía máxima que hemos visto.

**Entrevistador:**

Correcto.

**Entrevistado:**

Como te habrás dado cuenta, existe limitantes o barreras importantes para esto, ¿esto que implica? Implica 2 cosas respecto desde al punto de vista de la autonomía, a parte, por las baterías pierden capacidad. A los 4 o 5 años, nosotros tenemos medidos que pierden como un 20% de capacidad, con lo cual, se reduce esa autonomía. Esto que implica, si comparamos con las del diésel o gas, implica que en nuestro caso que en el Metropolitano y el de Madrid se comportan similarmente, solamente un 60% de nuestros buses recorre menos de 200 kilómetros. Con lo cual te puedes imaginar lo que eso conlleva. Es decir, que, si calculamos los números, necesitaríamos un 37% más de flotas para prestar el mismo servicio con los buses eléctricos. Eso, por un lado. ¿Qué se puede hacer?, aumentar la capacidad de las baterías. Por ejemplo, si aumentamos la capacidad de las baterías de 250 o 380 kilovatios, a una autonomía de 260 kilómetros y más o menos cubriríamos el 90% de la explotación. Pero aumentas más de una (1) tonelada el peso del bus, aproximadamente 1300 kilos, y reduces la capacidad del bus. Aproximadamente entre unas 15 o 20 plazas. Con lo cual, también se limita por ahí.

Por lo tanto, la autonomía, es un problema principal, pero por ahí dicen que hay autonomías más largas de 300, 400 km, pero nosotros no lo hemos visto, en explotación.

Por ahí que en los últimos meses han sacado nuevas tecnologías, pero aún no se han probado en el EMT de Madrid.

**Entrevistador:**

Entonces, solo tienen esa capacidad de autonomía. ¿Con cuántos kilovatios?

**Entrevistado:**

Entre 250 y 300 kilovatios, eso es una de las desventajas.

**Entrevistador:**

Sí, justo la segunda pregunta iba por ese lado. Respecto a las ventajas y desventajas de los buses eléctricos.

**Entrevistado:**

Bueno, otra de las desventajas son por ejemplo el tiempo en la recarga de las baterías que pueden ser aproximadamente 4 horas.

**Entrevistador:**

Quiere decir, ¿que ese tiempo es capacidad que pierde el bus, estando allí?

**Entrevistado:**

Así es, son 4 horas que el bus tiene que estar quieto. Evidentemente, si aumentas esa capacidad, ya puedes ver. Si bien es cierto que hay otros costos que mejoran como los costos de mantenimiento. No podemos tener los buses parados, solo los buses tienen mantenimiento por las noches cuando no operan. El 80% del mantenimiento se hace de noche, si lo tienes cargando el bus en la noche, no puedes hacer el mantenimiento como deber ser.

Otra limitante es, que necesitas infraestructura. Si quieres poner todos los buses eléctricos, requieres cargar en un patio con las instalaciones eléctricas.

**Entrevistador:**

Las electrolineras también.

**Entrevistado:**

Sí, como conoces, el Metropolitano tiene 2 patios en el sur y norte, por lo tanto, requieres en ambos terminales infraestructura de recarga y potencia contratada mayor a 100kW.

No conozco cómo está la distribución de la electricidad en Lima, si tiene capacidad para estas recargas. Bueno por ejemplo en España no hay mucha capacidad y si quieres meter esa potencia se complica, con lo cual, también es una limitante a la hora de recargar las baterías.

Otro tema importante sobre la recarga de baterías es que cuando tienes flota de 20 buses no hacen falta, pero cuando tienes flotas de más de 100 buses que tienes que darle servicios todos los días, necesitas establecer un software que te ayude a saber

qué buses están cargados, para indexar las cargas con los tiempos de servicios que van a salir. Oye voy a sacar el bus 32, pero resulta que el bus 32 ¿cómo está de carga?; ¿en qué servicio lo voy a poner? Todavía no he cargado hasta el tope, ¿puede salir a primera hora? Son temas de gestión para ir afinando que son con los diéseles o con los gases no lo tienes, lo cargas y ya está... y lo embarcas y ya sale, es otra de las cosas más chiquitas pero que también influyen ¿no?

Ósea invertir en tecnología de información. Son cosas pequeñas pero que suman a los costes, inversión, etc.

**Entrevistador:**

¿Y por el lado de las ventajas, Sergio, que le encuentras a los buses eléctricos? Al menos puntualidad.

**Entrevistado:**

Todavía hay más desventajas, jajá. Se requiere mayor inversión por el costo del bus, que es más que el doble que el GNV, necesitas personal calificado, invertir en formación, no hay estándares para los buses eléctricos, no hay estándar de recarga solo la del fabricante. Se espera que en el 2019 o 2020 haya un estándar europeo, pero no está al día. Como ya ves, otra desventaja más.

Y luego como ventajas:

Evidentemente son mucho menos contaminantes, hay una reducción del mantenimiento, hay una disminución de la contaminación acústica, que eso es importante, ten en cuenta que en el transporte urbano las casas están muy cerca de las rutas del transporte, con lo cual se produce una gran cantidad de contaminación acústica, con los motores, si el motor está mucho tiempo parado, el motor suena mucho, en los patios hay ruido, hay medidas para mitigar, pero esto es una gran ventaja que tienen los autobuses eléctricos. Hay menos contaminación.

Ahora dentro de la ciudad, pero hay que ver y que tenemos que analizar, es ver cómo se produce esa energía ¿no?

Y el ciclo global...

**Entrevistador:**

Claro porque siempre hay una contaminación detrás.

**Entrevistado:**

Exactamente, se va a reducir la contaminación y va a mejorar la calidad de vida. Hay que ver si se reciclan esas baterías. Es otra de la ventaja para mí, evidentemente menos costes de mantenimiento.

**Entrevistador:**

Acá te hago una pregunta.... Entiendo que las ventajas forman parte de... los accionistas lo que buscan la rentabilidad, entiendo que las ventajas. También entiendo que las desventajas a nivel de rentabilidad, o sea ahorita no termina de compensar el bienestar social.

**Entrevistado:**

El transporte urbano debe ser un servicio universal, es decir, debe llegar a toda la población y por ende hay rutas rentables y rutas menos rentables, por lo tanto, el servicio debe ser subvencionado como en la mayoría de las ciudades del mundo.

Tiene que haber políticas de Estado, apoyarlas y desarrollarlas. No solo del privado, por mucha política social que se tenga, no salen los números, evidentemente no se puede invertir, porque es inviable y debe haber subvenciones, incentivos tributarios para que se equiparen, hay que tener claro que los costes de personal es uno de los mayores costes que hay en sector transporte. A parte del costo de inversión es lineal.

Si se quiere tocar, desde el punto de vista del medio ambiente, que pueden ser adoptadas. Gas natural es una solución limpia, Perú es un país rico en gas. Puedes seguir esa línea para esos proyectos, puedes usar políticas del medio ambiente.

**Entrevistador:**

¿Qué países están avanzados con el tema del bus eléctrico?

**Entrevistado:**

Yo creo que empezaron los países de Europa, del norte, sobre todo, pero en la actualizada China es la que ha apostado por esta tecnología muy fuerte. Creo que eso es bueno ya que se abaratarán los costos.

**ENTREVISTADO** : Walter Barboza  
**CARGO** : Gerente Administrativo  
**ENTIDAD** : Consorciovia S.A.C  
**FECHA DE ENTREVISTA:** 5 de abril del 2018

**Entrevistador:**

**¿Cuáles considera usted son las ventajas y desventajas de los buses eléctricos en comparación a los buses Diesel?**

**Entrevistado:**

Un bus eléctrico es muy caro, con un bus eléctrico de 12 metros se podría adquirir 3 buses convencionales diesel. Esta a evaluar si la rentabilidad y margen soporta la inversión.

**Entrevistador:**

**¿Sabes si el mantenimiento de los buses eléctricos es menor a los buses Diesel?**

**Entrevistado:**

El mantenimiento de los buses eléctricos sería más barato, dado que no tienen las partes que se desgastan, estaría a evaluar si la corriente eléctrica es más barata que el combustible.

**Entrevistador:**

**¿Considera usted que Lima Metropolitana tiene la infraestructura necesaria para implementar buses eléctricos en el transporte urbano? De no contar, esta inversión la debería realizar ¿el estado, el sector privado o ambos?**

**Entrevistado:**

Es necesario un trabajo en conjunto entre el estado y nosotros para cubrir la brecha de infraestructura. Se que es necesario invertir, pero no la realizaremos mientras el estado no brinde las facilidades necesarias.

Las estación eléctrica sería en la propia planta y más sencilla que la de diesel y la de a gas, entiendo o imagino que esto significaría un ahorro.

**Entrevistador:**

**¿Desde un análisis de costo beneficio, considera que en la actualidad es rentable participar en una licitación con una flota de buses eléctricos?**

**Entrevistado:**

Hoy día en me ah llegado una propuesta de implementar dos buses de la empresa Enel, la cual estamos evaluando la implementación. La empresa Enel esta en un proceso de implementación de estos buses, por lo cual nos esta entregando dos buses a prueba por dos años, solo al costo del consumo eléctrico.

Luego de ver como se comportan estos dos buses podremos saber beneficios y ahorros que tienen este tipo de buses

**Entrevistador:**

**¿Cree usted que es necesario que el estado brinde beneficios o incentivos para que el sector privado pueda utilizar buses eléctricos? ¿Qué tipo de incentivos considera sería los mas importantes? ¿Tributarios, subsidios, normativos, etc.?**

**Entrevistado:**

El apoyo del estado es fundamental para promover la inversión, ya que a través de incentivos tributarios, fiscales, normativos y como mencionas los subsidios se podrían compensar las desventajas y limitaciones de esto buses eléctricos. incluso la normativa actual para Diesel y gas presenta muchos errores y barreras que nos dificultan trabajar. Ahora si estas tienen errores imagino ya que no existe una normativa para la implementación de vehículos con propulsión eléctrica. Es necesario que se desarrolle una normativa y al mismo tiempo que estos proyectos sean rentables para el sector privado.

<b>ENTREVISTADO</b>	<b>: Luis Quispe Candía</b>
<b>CARGO</b>	<b>: Presidente</b>
<b>ENTIDAD</b>	<b>: ONG Luz Ámbar</b>
<b>FECHA DE ENTREVISTA</b>	<b>: 19 de abril del 2018</b>

**Entrevistador:** Actualmente existen algunos proyectos para mejorar el sistema de transporte público en Lima Metropolitana.

**Entrevistado:**

En nuestro país rige la Ley 27181, esta ley es la ley marco que regula el transporte y tránsito terrestre, fue promulgada en el año 99, pero antes de esta ley había otras normas de menor rango, y la situación del transporte da un giro diametral a partir del año 90. Hasta el año 90 en nuestro país un transporte a cargo de cooperativas había una empresa de propiedad social del Estado y una empresa municipal llamado Enatru Perú.

Estas entidades se encargaban de transportar a los pasajeros de Lima y la particularidad eran que estas entidades eran propietarios de las unidades de transporte, pero en un sistema cooperativo los dueños no son personas naturales sino es la cooperativa propietaria de las unidades, parte de una cooperativa algunos trabajan como choferes, mecánicos y cobradores, pero forman parte de un grupo. Esta modalidad se estuvo manteniendo desde la década de los 80, una década crítica para el país, un país convulsionado por el terrorismo, que había una hiperinflación de 7 mil por ciento anual, y el transporte naturalmente como otros aspectos de la vida común están afectados por esta crisis. En particular en el sistema de transporte no había suficientes vehículos para atender la demanda de viaje de la ciudad, viajaban los pasajeros colgados en buses y no eran suficientes para llegar a su destino. Llegado los 90 el gobierno que entra toma medidas drásticas para solucionar entre otros aspectos el tema de transporte, y para eso libera el transporte, es decir recordemos que hasta el año 90 de acuerdo a nuestra constitución éramos un país estatista, el estado era dueño de empresas, el estado ponía los precios al carne, al pan a los productos de primera necesidad, el estado ponía el precio de los pasajes, había una entidad en la municipalidad que se llamaba ORDET, que era la oficina reguladora de tarifas de transporte, es decir los dueños de las cooperativas y los comités iban a la oficina a

compras los boletos y esos boletos eran los únicos que se podían entregar a los pasajeros porque el estado fijaba el monto del pasaje. Cuando el gobierno ingresa en el año 90 cambia la situación y dice no, vamos a cortar la gestión del Estado y vamos a liberar el mercado. Antes incluso que se apruebe la constitución en el 93, el Estado libera el mercado permitiendo mediante un decreto legislativo que ingresen vehículos usados, de timón cambiado de cualquier dimensión con tal de que existan vehículo para que la población de transporte de un lugar a otro. Entonces ha cubierto la necesidad de ese entonces, era por un periodo de 10 años, pero se extendió por un periodo de 20 años. De una carencia de ofertas de vehículos hemos pasado a una sobreoferta de vehículos de transporte público, lo más grave de esto es que el servicio de transporte público se distorsiona partir de que estas empresas que eran cooperativas y que eran propietarios de las unidades vehiculares son reconvertidas en sociedad anónima según la ley de sociedades. En una Ley de Sociedades lo que prevalece es las acciones que tiene el socio, entonces estos que eras miembros de una cooperativa estaban acostumbrados a tener su dirigente sin cambiar de concepto ellos. Nuevamente nombran un directorio, y el directorio nombra un gerente, pero ese gerente es uno de ellos, no es un gerente que tiene formación académica. El directorio y el gerente son los que prácticamente tienen el mayor beneficio económico del periodo de la empresa y los que son socios están solamente con su derecho de inscrito en registro Público, pero no tienen mayor beneficio económico.

Esta situación se transluce en los 2 o 3 primeros años y hace que se dividan en 2, en 4, en 10 y se han ido multiplicando las empresas alcanzando más de 350 empresas de transporte urbano, y lo más grave de esto es que estas empresas se han formado con capital social con apenas 500 o 1000 soles porque la ley no les exigía tener un capital social mínimo.

Como no había esa exigencia en el capital social, formaban una empresa de transporte y convocaban a los dueños de las combis y las custer para afiliarlos y firmar un documento de alquiler del vehículo y han empezado a prestar servicio hasta nuestros días con vehículos que no les pertenecen cobrándoles a cada vehículo entre 15 a 20 soles diarios mínimos hasta 150 soles. Los únicos beneficiados de este sistema de pernicioso han sido los dueños de las empresas y los más de 37 mil propietarios de las unidades vehiculares simplemente han visto desgastarse su máquina sin mayor beneficio económico. Este sistema pernicioso que se ha impuesto en Lima y en todas

las ciudades del Perú es la razón por la que hay un gran desorden en el transporte público porque el gerente de las empresas no tenía un poder real sobre las unidades vehiculares ni sobre los choferes, sino son los dueños quienes administraban su vehículo e inclusive hoy en día el chofer alquila el vehículo al dueño, y tiene que trabajar para pagar el alquiler del vehículo, pagar a la empresa la comisión diaria para ganar él, para pagar a su cobrador y el combustible.

Esta es la razón por la que las combis y las custer salen a las calles a ganarse a los pasajeros lo que en Colombia se le llama “la guerra del centavo”.

Frente a este problema caótico que las empresas han generado con la paciente mirada de las autoridades que no han tomado medidas drásticas para solucionar esto, en el 2010 empieza a posibilitar un sistema integrado de transporte, como resultado en el 2010 tenemos el metropolitano, tenemos la línea 1 de metro, y los corredores complementarios. Aunque faltan las rutas de integración, las rutas de aproximación que están en la periferia de la ciudad. Todo el proyecto del sistema integrado está avanzado en un 10% de lo que se piensa hacer.

Este es el diagnóstico actualmente del transporte urbano de nuestra ciudad. Frente a eso la preocupación de ustedes de implementar con buses eléctricos resulta siendo ideal, ahora pasemos a analizar sus preguntas con relación al enfoque de este estado de cosas de la situación actual. Tenemos un sistema separado, por un lado, tenemos el metropolitano que es de la Municipalidad, pero los buses son de los privados formados en consorcio, hay una empresa recaudadora, el pasaje de 2 soles cincuenta. Tenemos un metro que es del Estado que tiene el pasaje subsidiado, el precio del pasaje es 1 sol cincuenta, pero el pasaje en realidad es 4 soles, tenemos el pasaje de los 3 corredores complementarios que es 1 sol cincuenta y 1 sol setenta el pasaje, y el pasaje del transporte tradicional de combis y custer que cobran desde 50 céntimos a lo que quieren de acuerdo con alguna tarifa.

En resumen, en Lima hay un promedio de 16 millones de viajes diarios. En el sistema de transporte del metropolitano y el tren apenas llegan a 1 millón de viajes, pero en el transporte tradicional hay 15 millones de viaje, que es un transporte absolutamente reprobable, inhumano, desordenado, caótico, peligroso etc. frente a eso implementar con buses eléctricos es lo ideal, avancemos con su primera pregunta.

**Entrevistador:** Revisando información de países en la región acerca de la implementación de buses eléctricos en el transporte público, hemos visto iniciativas en países como Chile, Brasil, Colombia, México. Hemos visto que aquí en el Perú se han anunciado algunas iniciativas en ese sentido. ¿Cómo ve usted la viabilidad de estos proyectos que se piensan iniciar en Perú?

**Entrevistado:**

Como punto de partida debe ser en la implementación de un sistema integrado de transporte, que por ahora aún está solo en teoría. Tienen que ser buses de gran capacidad y que tengan un tiempo de viaje establecido, frecuencia establecida y que se integre, y una tarifa integrada, en donde el usuario con el mismo pasaje puede tomar otro bus, luego el tren para llegar a su destino, es decir pueda hacer transbordos con un solo pasaje, porque el sistema está integrado. Mientras no tengamos un sistema integrado, lo demás sigue siendo un sueño utópico. Claramente respondiendo a la pregunta, si es posible la implementación de buses eléctricos, pero tiene que ser en un sistema integrado. No sería factible hacerlo con otras empresas como la empresa el Rápido o Translima, ellos no tienen capital para hacerlo.

Lo que se podría hacer es pedir en las futuras licitaciones de un sistema integrado los buses sean eléctricos, como hay ahora que el metropolitano son a gas indicar en las bases de las próximas licitaciones buses eléctricos. Evidentemente no estamos lejos de ello. El Perú tiene capacidad energética, sin embargo, el Estado no ha sacado ninguna norma legal para alentar la adquisición de vehículos eléctricos. Todos los países del mundo, ni que decir de Europa, el Estado se ha preocupado de implementar buses eléctricos, no solamente buses sino también vehículos particulares.

Los vehículos eléctricos comparados con uno que usa gasolina son caros. El Estado no ha sacado normas para exonerarlos de tributos o incentivar alguna forma de incentivar la adquisición de buses eléctricos.

Entonces se podrían implementar los buses eléctricos, sí, en el metropolitano y en los corredores que ya están organizados, ya nos son dueños individuales, sino son empresas propietarias de las unidades vehiculares, ellos sí podrían comprar los buses eléctricos.

**Entrevistador:** Revisando el tema de infraestructura, sabemos que para implementar los buses eléctricos es necesario tener la infraestructura adecuada para que se puedan

recargar la batería. ¿Usted cree que esa infraestructura deba ser puesta por el privado o por el Estado?

**Entrevistado:**

De acuerdo con la Ley que hemos mencionado, el transporte es privado, el transporte no está considerado como transporte público, entonces como esta como servicio privado tienen que ser los privados quienes pongas sus terminales de recarga, compren los buses eléctricos. Por eso la importancia que se apruebe una ley que plantee la necesidad que el transporte sea considerado como servicio público. Mientras no sea servicio público el Estado no puede intervenir. El Estado está para fiscalizar, está para que se cumpla el contrato, pero no puede solventar, no puede hacer un terminal, no puede discutir los precios, no puede subsidiar; entonces si se aprueba la ley en la que establece el transporte como servicio público, entonces sí el estado podría asumir parte de la obligación, creo que lo más sensato es que ayude a subsidiar el pasaje para estandarizar. En relación con las estaciones de recargas, las empresas deberían poner estas estaciones porque son los propietarios de los vehículos.

**Entrevistador:** Respecto al impacto ambiental ¿usted cree que resultaría positiva la implementación de vehículos eléctricos?

**Entrevistado:**

Claro, Lima está reconocido como la ciudad más contaminada. Resulta curioso de que Lima esté situado en orillas del mar y las corrientes de viento son las que limpian el aire. Si Lima no tuviera esta ubicación con las emisiones de gases quizás hubiéramos muerto. Según fuentes del Ministerio de Salud de 3,500 muertes habían pasado a más de 4,000 muertes por causas de la contaminación ambiental. Somos una ciudad muy contaminada y la respuesta para aliviar esta contaminación es eliminar estos vehículos que utilizan combustibles fósiles y usar otros tipos de combustibles como el Etanol, el alcohol o los vehículos eléctricos. Obviamente es favorable para la salud de la población la implementación de buses eléctricos.

**Entrevistador:** ¿Conoce usted si en alguna licitación para el transporte público se ha planteado la incorporación de buses eléctricos?

**Entrevistado:**

No, falta completar las licitaciones de las rutas de integración del metropolitano, de la carretera central y también de la vía de evitamiento. Son 600 buses los que van a

operar en esas rutas. No conozco si se haya incorporado el uso de buses eléctricos, pero por el numero sería importante, pensando en que podría realizarse. En Chile lo están haciendo, están renovando el parque automotor en el Transantiago con buses eléctricos, depende mucho de que el Estado Peruano de no solamente la disposición de cambiar los buses sino tiene que crear también algunos incentivos para todos los vehículos, no solamente para buses porque la contaminación es severa.

**Entrevistador:** en cuanto a costo de los buses eléctricos, hemos investigado que estos buses de 12 metros tienen un costo aproximado de 500 mil dólares en comparación con un bus a GNV que cuesta 250 mil aproximadamente. De acuerdo con esta diferencia de costos, ¿usted cree que sería factible para las empresas privadas para que implementen estos buses eléctricos desde el punto de vista económico?

**Entrevistado:**

En toda evaluación económica tiene que ver un estudio, cuanto es el ingreso diario por cada vehículo. Si se hace un estudio de lo que ingresa al costo de vehículo probablemente se pueda tomar la decisión. Como usted me dice un bus eléctrico es sumamente caro, por eso es importante que el transporte sea considerado como servicio público, entonces ahí el Estado podría conseguir que el costo baje si no se paga tributos y una serie de concesiones que se puede hacer, pero sí creo que el Estado debería comprometerse a ello, ósea cambiar o renovar el parque automotor con vehículos eléctricos es lo mejor que le podría pasar a muchos países.

**Entrevistador:** ¿Qué tipo de incentivos debe promover el Estado?

**Entrevistado:**

Tributarios, por el costo de estos vehículos se le puede exonerar de estos impuestos, en general a todos los vehículos eléctricos, y adicionalmente a eso considerando que tenemos suficiente energía, el costo de la energía para estos vehículos sea más baratos.

## BIBLIOGRAFÍA

**BYD Company. (2012).** “Sao Paulo Brazil Mayor Confirms Plan for BYD Electric Buses”. Recuperado del sitio web: <https://bydcompany.wordpress.com/?s=brasil+byd>

**Caracol Radio. (2018).** “Implementar buses eléctricos causaría subir tarifas de transporte: Peñalosa”. Recuperado del sitio web: [http://caracol.com.co/emisora/2018/04/05/bogota/1522879816\\_436323.html](http://caracol.com.co/emisora/2018/04/05/bogota/1522879816_436323.html)

**CIES. (2016).** “Transporte Urbano: ¿Cómo resolver La movilidad en Lima y Callao? 2018, de CIES”. Recuperado del sitio web: [http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/dp\\_transporte\\_urbano\\_sep.pdf](http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/dp_transporte_urbano_sep.pdf)

**El Comercio. (2018).** “Artículos Varios. 2018, de El Comercio”. Recuperado del sitio web: <https://elcomercio.pe/noticias/autos-electricos?ref=ecr>

**Elloth Tarazona Alvarez. (2017).** “Proyecto de Ley N° 2182/2017-CR Proyecto de Ley que declara de interés nacional y necesidad pública el fomento y promoción del uso de vehículos híbridos-eléctricos y de los equipos surtidores necesarios para su funcionamiento”. Recuperado del sitio web: [http://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2017/Comision\\_de\\_Ciencia\\_\\_Innovacion\\_y\\_T/files/aap.pdf](http://www.congreso.gob.pe/Docs/comisiones2017/Comision_de_Ciencia__Innovacion_y_T/files/aap.pdf)

**El peruano. (2017).** “Plan Estratégico Nacional de Seguridad Vial PENsv 2017-2021. 2018, de El Peruano”. Recuperado del sitio web: [https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/PENsv\\_2017-2021.pdf](https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/PENsv_2017-2021.pdf)

**Energiza. (2013).** “China y su política de energías renovables”. Recuperado del sitio web: <http://www.energiza.org/eolica/117-especial-energias-renovables-en-el-mundo/336-china-y-su-politica-de-energias-renovables>

**Enrique Torres. (2006).** “Uso del Gas Natural en el Transporte Público Urbano de Pasajeros”. Calidda Gas Natural Del Perú. Recuperado del Sitio web: <http://www.protransporte.gob.pe/pdf/biblioteca/expo/Calidda.pdf>

**ESAN. (2014).** “Análisis de la propuesta de concesión para el transporte público de Lima: viabilidad financiera de un potencial operador”. Recuperado del sitio web: [https://www.esan.edu.pe/publicaciones/2014/04/15/serie\\_gerencia\\_desarrollo\\_37\\_analisis\\_propuesta\\_concesi%C3%B3n\\_transporte\\_publico.pdf](https://www.esan.edu.pe/publicaciones/2014/04/15/serie_gerencia_desarrollo_37_analisis_propuesta_concesi%C3%B3n_transporte_publico.pdf)

**Estefanía Marchán & Lisa Viscidi. (2016).** “Transporte Verde. Perspectivas para vehículos eléctricos en América Latina.” Recuperado del sitio web: <http://www.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/10/ID-Transporte-verde-Perspectivas-para-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>

**Feng An. (2016).** “China’s NEV Policies and Market Development”, de Innovation Center for Energy and Transportation (iCET) Recuperado del sitio web: <https://lsa.umich.edu/content/dam/lrccs-assets/lrccs-documents/Feng%20An%20-%20Notes%20-%202016%20Ross-LRCCS%20Conference.pdf>

**Gerardo Medina. (2018).** “NORUEGA PONE EN SERVICIO LOS DOS PRIMEROS AUTOBUSES ELÉCTRICOS ARTICULADOS DE EUROPA”. Recuperado del sitio web: <https://es.linkedin.com/pulse/noruega-pone-en-servicio-los-dos-primeros-autobuses-de-medina-c->

**Hinicio SA. (2017).** Estudio de Diagnóstico, Evaluación, Análisis y Propuesta para Apoyar la NAMA de Preparación del Sector Energético para la Transformación hacia una Matriz Energética Limpia a Través del uso de Transporte Limpio en el Perú”. Recuperado del sitio web: <http://namasenergia.minem.gob.pe//Content/fileman/Uploads/Images/menu-centroinformacion/Diagn%C3%B3stico%20NAMA%20Transporte%20Limpio.pdf>

**InfoWeek. (2017).** “Para fines de 2017 todos los buses de Shenzhen serán eléctricos”. Recuperado del sitio web: <https://www.infoweek.biz/la/2017/12/fines-2017-todos-los-buses-shenzhen-seran-electricos/>

**Iván Raúl Candia Heredia. (2017).** En “DISEÑO Y APLICABILIDAD DE UN PROGRAMA CAP-AND-TRADE PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO EN LIMA METROPOLITANA” Tesis ESAN.

**Jesus Chuquillanqui & Cosler Miranda & Griselda Valverde & Miguel Zacarías. (2017).** En “EL VEHÍCULO ELÉCTRICO COMO ALTERNATIVA EN EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS”. Tesis ESAN.

**Jürg Grütter, Grütter Consulting AG. (2015).** “Rendimiento Real de Buses Híbridos y Eléctricos”. Recuperado del sitio web: [http://www.repic.ch/files/4414/4126/7584/Grutter\\_FinalReport\\_esp\\_web.pdf](http://www.repic.ch/files/4414/4126/7584/Grutter_FinalReport_esp_web.pdf)

**La República (2017).** “Metropolitano quedarán hasta el 2030 porque Lima aún no cumple contrato”. Recuperado del sitio web: <http://larepublica.pe/sociedad/1087496-metropolitano-operadores-se-quedaran-hasta-2030-porque-lima-aun-no-cumple-contrato>

**Ministerio de Energía y Minas. (2014).** “Plan Energético Nacional 2014-2025. 2018, de Ministerio de Energía y Minas”. Recuperado del sitio web: <http://deltavolt.pe/documentos/Resumen2014-2025Vf.pdf>

**Ministerio del Ambiente. (2014).** “Agenda Nacional de Acción Ambiental 2015-2016., del Ministerio del Ambiente”. Recuperado del sitio web: <http://www.minam.gob.pe/politicas/wp-content/uploads/sites/17/2013/10/AgendAmbiente-2015-2016.pdf>

**Nexobus. (2017).** “Dos Urbino 12 eléctricos para la mayor flota noruega de buses limpios”. Recuperado del sitio web:

<http://www.nexotrans.com/noticia/86135/NEXOBUS/Dos-Urbino-12-electricos-para-la-mayor-flota-noruega-de-buses-limpios.html>

**Osinermin. (2017).** “La industria de la electricidad en el Perú. 2017, de Osinermin”. Recuperado del sitio web: [http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Osinermin-Industria-Electricidad-Peru-25anos.pdf](http://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinermin-Industria-Electricidad-Peru-25anos.pdf)

**Osinermin. (2018).** “Precio Reportado por los operadores de los Establecimientos de Venta al Público de GNV”. Recuperado del sitio web: <http://www.facilito.gob.pe/facilito/actions/PreciosGNVAction.do?method=inicio>

**Paola Villar. (2017).** PPK: "Lima cambiaría si estuviéramos promoviendo los autos eléctricos". 2017, de El Comercio”. Recuperado del sitio web: <https://elcomercio.pe/economia/peru/ppk-lima-cambiaría-estuvieramos-promoviendo-autos-electricos-noticia-462727>

**Raúl Alvarez. (2017).** “Los 16.359 autobuses públicos de Shenzhen ahora son eléctricos: China se sigue esforzando por ser un país verde”. Recuperado del sitio web: <https://www.xataka.com/energia/los-16-359-autobuses-publicos-de-shenzhen-ahora-son-electricos-china-se-sigue-esforzando-por-ser-un-pais-verde>

**Semana Económica. (2017).** “Autos eléctricos: ¿qué falta para que se comercialicen en el Perú? 2017, de Semana Económica”. Recuperado del sitio web: <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/transporte/234820-autos-electricos-que-falta-para-que-se-comercialicen-en-el-peru/>

**Semana Económica. (2017).** “Energías renovables: la necesidad de diversificar la matriz para hacerla más confiable. 2018, de Semana Económica”. Recuperado del sitio web: <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/energia/233038-energias-renovables-la-necesidad-de-diversificar-la-matriz-para-hacerla-mas-confiable/>

**SINIA. (2014).** “Emisiones nacionales proyectadas de Gases de Efecto Invernadero (GEI)”. Recuperado del sitio web: <http://sinia.minam.gob.pe/indicador/931>

**Táryet s.l. (2013).** “Definición de un diseño operacional preliminar para los corredores complementarios”. Recuperado del sitio web: <http://www.protransporte.gob.pe/attachments/category/24/Estudio%20de%20Demanda%20de%20los%20Corredores%20Complementarios%20Parte-V.pdf>