UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL
23/01/18
OFICINA EJECUTIVA DE BIBLIOTECA Y PUBLICACIONES

VENTAJAS AMBIENTALES DEL CAMBIO DE FUENTE ENERGÉTICA ENTRE EL MOTOTAXI CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA Y EL MOTOTAXI CON MOTOR ELÉCTRICO EN EL DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2016.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

JOSÉ BORIS PINEDO GONZÁLEZ

PUCALLPA – PERÚ

2017

ACTA DE APROBACIÓN

La presente Tesis fue aprobada por el jurado calificador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

M.Sc. Pedro Campos Cabrera ..... Presidente

M.Sc. Gladys E. Rojas Gutierrez ..... Miembro

Mg. Melchor H. Dolmos Castro ..... Miembro

Dr. Grober Panduro Pisco ..... Asesor

Ing. Angel Kelsen Arbaiza Peña ..... Co-Asesor

Bach. José Boris Pinedo Gonzáles ..... Tesista

DEDICATORIA

A mis padres, Toni y Esmeralda, por darme la vida, formarme con los valores y esencia que desde niño han sido las bases de mi formación como persona y profesional. A mi abuela María Garrido y a mi abuelo José González, que en paz descanse, por velar siempre por mi desde pequeño, siendo mi profesión uno de sus deseos más arraigados.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, por protegerme y haberme brindado el mejor regalo que podré tener, mi familia; así como permitirme pasar y superar distintas adversidades que me han fortalecido estos años.

A la Universidad Nacional de Ucayali, por el apoyo en el financiamiento de la presente investigación, así como a mis docentes por la formación brindada.

A mi asesor el Dr. Grober Panduro Pisco y el ing. Kelsen Arbaiza Peña por su soporte en el desarrollo de la investigación

A los ingenieros Gerd Seidler y Andres Seidler por la oportunidad de participar en el proyecto del desarrollo del mototaxi eléctrico.

A mis padres y amigos Ivet Falcón, Zabier Guimaráez, Abel Bazán, Julio Valera, Clender Trujillo, Edwin Cueva entre otros que brindaron soporte para evaluaciones y el desarrollo logístico del presente estudio así como a los amigos que me acompañaron en mi carrera universitaria.

A los conductores y miembros de la asociación de mototaxistas ENTRAMOSEL que participaron en la evaluación por el tiempo brindado

INDICE

RESUMEN viii
ABSTRACT ix
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1 Descripción del problema 2
1.2 Formulación del problema 4
1.3 Objetivos 5
1.4 Justificación 6
CAPITULO II MARCO TEÓRICO 7
2.1. El mototaxi en la Amazonía peruana 7
2.2. Motor de combustión interna 8
2.3. Gases del motor de combustión interna 9
2.4. El motor eléctrico 14
2.5. Historia del vehículo con motor eléctrico 15
2.6. El mototaxi eléctrico en Asia y Europa 20
2.7. Motos eléctricas en Perú 23
2.8. Mototaxi eléctrico en el Perú. 24
2.9. Mototaxi eléctrico del proyecto "Validación Técnica y económica del mototaxi eléctrico en la ciudad de Pucallpa" 26
2.10. Ruido 32
2.11. Legislación ambiental vigente. _ 40
2.11.1. Legislación referente a emisiones: 40
2.11.2. Legislación referente a Ruido 41
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO 43
3.1. Ubicación política 43
3.2. Metodología 45
3.3. Población y Muestra 45
3.4. Instrumentos de Recolección de datos 47
3.5. Procedimiento de Recolección de Datos 47
3.6. Tratamiento de Datos 57

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES 58
4.1. Determinación de los niveles de concentración de emisiones de gases de un mototaxi con motor de combustión interna del distrito de Yarinacocha 58
4.2. Estimación y comparación de generación de Kg CO2 en base a la fuente y consumo energético entre un mototaxi con motor de combustión interna y un mototaxi con motor eléctrico 64
4.3. Estimación de generación de Kg CO2 en base a la fuente y consumo energético del mototaxi con motor eléctrico 67
4.4. Determinar y comparar los niveles de ruido entre un mototaxi con motor de combustión interna y un mototaxi con motor eléctrico 70
4.4.1. Análisis de resultados de mediciones en mototaxis con motor de combustión interna 70
4.4.1.1. Medias y significancias 70
4.4.1.2. Análisis de dispersión 71
4.4.1.3. Análisis de frecuencia 72
4.4.2. Análisis de resultados de mediciones en mototaxis con motor eléctrico 75
4.4.2.1. Medias y significancias 75
4.4.2.2. Análisis de dispersión 76
4.4.2.3. Análisis de frecuencia 77
4.5. Comparación de kilogramos de dióxido de carbono y niveles ruido generados entre el mototaxi con motor de combustión interna y mototaxi con motor eléctrico 78
4.5.1. Generación de dióxido de carbono 78
4.5.2. Niveles de ruido registrados 79
V. CONCLUSIONES 82
VI. RECOMENDACIONES 83
VII. BIBLIOGRAFIA 84
VIII. ANEXOS 88
8.1 Modelo de encuesta 88
8.2 Datos adicionales del procesamiento de la encuesta 89
8.2.1 Marca predominante según encuesta 89
8.2.2. Marca predominante en registros públicos 89

8.2.3. Año de fabricación predominante 90
8.2.4. Afluencia de vehículos según hora 91
8.2.5. Horas de trabajo al día 92
8.2.6. Días de trabajo a la semana 92
8.2.7 Días de trabajo de los mototaxistas de Yarinacocha 93
8.2.8. Ingreso diario 94
8.2.9. Frecuencia de cambio de aceite 94
8.2. Datos estadísticos de las mediciones 95
8.2.1. Mediciones de ruido (LAeq) mototaxi motor combustión interna 95
8.2.2. Mediciones de ruido (Lmax) mototaxi motor combustión interna 97
8.2.3. Mediciones de ruido (LAeq) mototaxi con motor eléctrico 99
8.3. Ticket de medición de concentración de gases 100
8.4. Informe de inspección técnica vehicular 101
8.5. Componentes del Power Train 102
8.6. Componentes del motor eléctrico GEMMOTOR 103
8.7. Especificaciones técnicas de los equipos de medición 104
8.7.1. Analizador de gases 104
8.7.2. Sonómetro AWA6228 106

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, en la Región Ucayali, con el objetivo de evaluar las ventajas ambientales del cambio de fuente energética de los mototaxis con motor de combustión interna por el motor eléctrico, a través del uso de equipos de medición de gases y de niveles de ruido, y estimaciones de las emisiones de CO2 producidas directa o indirectamente por la fuente energética y consumo de ambos motores. Como resultado se determinó que un mototaxi tras el cambio a motor eléctrico dejaría de generar emisiones directas e indirectas si se abastece por una fuente renovable o genera emisiones indirectamente si se abastece de electricidad a través de la red doméstica, siendo 5,74 kg CO2/día. El cambio de tecnología en el distrito resulta en una reducción de 45'881,91 TMCO2 / año (59.9%) de 77'592,36 TMCO2/año emitidos por los 18,234 vehículos registrados en el Distrito. El mototaxi común registra niveles de ruido en una media de 76.57dB. El motor eléctrico una media de 66.8dB, pudiendo apreciar una diferencia significativa de 9.77 dB. El mototaxi con motor de combustión interna supera los niveles de ruido para zona comercial (70dB) y, en relación con a la salud del conductor, supera el límite de riesgo a pérdida auditiva por exposición prolongada (>75dB). A diferencia del mototaxi con motor eléctrico que se mantiene por debajo de éstos dos parámetros. Concluyendo que el cambio de fuente energética del mototaxi con motor de combustión interna a motor eléctrico presenta ventajas ambientales significativas al reducir la generación de gases de efecto invernadero, gases contaminantes y los niveles de ruido.

Palabras clave: mototaxi, motor eléctrico, emisiones, ruido, consumo energético

ABSTRACT

The present research was developed in Yarinacocha District, Province of Coronel Portillo, Ucayali – Perú, aimed to assess the environmental benefits of the change of energy source of a mototaxi with internal combustion engine to a electric engine, measuring with gases analyzer equipment and sonometer, as well as to estimate the CO2 emissions produced directly or indirectly by the energy source and consumption of both engines. Determining thus that a mototaxi of Yarinacocha district, after the change to electric motor, would stop to emit direct and indirect emissions if it is supplied by a renewable source but generates emissions indirectly if it is supplied of electricity through the domestic network being 5.74 kg CO2 /day, the change of tecnology result in a reduction of 45'881,91 TMCO2 / year of 77'592,36 TMCO2/year emited by the 18,234 registered in the district being equal to a reduction of 59.9% of CO2 emissions. The mototaxis with internal combustion engine generate average noise level in an average value of 76.57 dB. The electric engine noise level with an average value of 66.8dB, noting a significant difference of 9.77 dB. The mototaxi with internal combustión engine exceedes the noise level limits established for a residential and commercial area (60 and 70dB) and in relation to the drivers health, excedes the risk limit to hearing loss due to prolonged exposure (>75dB). In contrast, the mototaxi with electric engine kept below these two parameters. Concluding that the change of energy source of mototaxi with internal combustion engine to electric engine presents significant environmental benefits by reducing the generation of greenhouse gases, polluting gases and noise levels.

Keywords: mototaxi, electric engine, emissions, noise, energy consumption

INTRODUCCIÓN

SUNARP (2016), registra en promedio de 51,359 mototaxis con motor de combustión interna en la ciudad de Pucallpa, 18,234 mototaxis registrados en el Distrito de Yarinacocha, siendo el vehículo para transporte público predominante dado sus ventajas en el terreno tanto agreste como urbano. Crouse&Anglin (1992) establecen que el motor de una moto o mototaxi emiten contaminantes por su propio funcionamiento (entre gases de efecto invernadero, gases nocivos y material particulado), a la par Mozombite & Roncal (2015), corroboran la incidencia del parque automotor en los niveles de ruido urbano en el cercado de Pucallpa, concluyendo que el parque automotor está degradando la calidad de aire del cercado de Pucallpa. Por lo que nos encontramos ante un medio significativo con respecto a la contaminación ambiental tanto por la emisión gases y ruido. Estas afirmaciones y antecedentes justifican la búsqueda de otras alternativas viables y sustentables como la transformación a la propulsión eléctrica. El Proyecto "Validación Técnica y económica del mototaxi eléctrico en la ciudad de Pucallpa", financiado por INNOVATE Perú, propone un modelo de mototaxi eléctrico para su implementación en la ciudad de Pucallpa como una alternativa que ofrece ventajas económicas, ambientales y a la salud, requiriendo dentro de sus componentes validar las ventajas ambientales del cambio de fuente energética, desarrollando el presente estudio teniendo por objetivo: determinar la concentración de las emisiones de gases emitidas por el mototaxi con motor de combustión interna; determinar y comparar la generación de CO_2 directa e indirecta estimada a través de la fuente energética de ambos motores; determinar y comparar los niveles de ruido generados por ambos motores.

CAPITULO I - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El mototaxi es el vehículo de transporte público más común en la región amazónica del Perú. Quispe (2011) indica que tras la incorporación del mototaxi al transporte público, se convirtió en una herramienta de trabajo para muchos pobladores, no obstante la falta de mantenimiento a las unidades, entre otros aspectos conllevan al panorama actual que se manifiesta a través de un alto grado de informalidad, contribuyendo a empeorar las condiciones ambientales de las principales ciudades dada su incidencia en cuanto a la generación de emisiones contaminantes, gases de efecto invernadero y ruido ambiental. Estando la ciudad de Pucallpa y las zona urbanas de los distintos distritos como Callería, Yarinacocha y Manantay dentro de éste contexto.

Según Crouse&Anglin (1992), el motor de combustión interna genera distintos gases contaminantes como: gasolina quemada (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), si hay azufre en la gasolina óxido de azufre (SOx) y algún otro si se han usado aditivos (p.e. PbO si se añadió Pb(C2H5)4 a la gasolina para aumentar el octanaje), contaminantes que pueden incrementar su concentración debido a falta de mantenimiento. Los gases contaminantes legislados en el Perú para las motos y mototaxis, según la categoría L3-L5 en el DS N°009-2012-MINAM, son: hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO), los cuales pueden tener efectos directos en la calidad del aire y en la salud de la población.

La generación de CO_2 no se encuentra legislada por no ser un gas nocivo para los seres vivos, no obstante un incremento desmesurado constituye en un incremento de los gases de efecto invernadero. Dada la cantidad de vehículos en el distrito de Yarinacocha (18 234 mototaxis según SUNARP (2015)), se podría estimar una generación de tCO2 anuales que constituya una emisión importante que debe ser reducida.

La influencia del mototaxi en la contaminación sonora ha sido demostrada en distintos estudios. Mozombite y Roncal, (**2011**) desarrollaron el estudio titulado "Evaluación de la calidad del aire por influencia del parque automotor en el cercado de Pucallpa, distrito de Callería, provincia de coronel portillo" realizado en 21 puntos de la localidad de Pucallpa, siendo los resultados promedios obtenidos de 77.61 dB, lo que indica que se supera en un 10% comparado con los estándares de calidad ambiental (ECAS) establecidos en el D.S 085-2003-PCM para una zona Comercial (70 dB). Así también indican que el nivel de concentración promedio de material particulado menor o igual a 10 micras por influencia del parque automotor determinados en el cercado de Pucallpa han sido superior al ECA con valores que desde 856.88% hasta 77.06%. Siendo un indicador que de que el actual parque automotor produce efectos negativos en la calidad del aire (ruido y material particulado).

Motivos por los que se debe buscar alternativas para reducir la contaminación de éstos vehículos. Siendo el cambio de fuente energética, de combustión interna a eléctrica, una alternativa que requiere información cuantificable para demostrar sus ventajas ambientales y fomentar su implementación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿El cambio de fuente energética del mototaxi con motor de combustión interna a un motaxi con motor eléctrico en el distrito de Yarinacocha proporciona ventajas ambientales?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es la concentración de emisiones que genera un mototaxi con motor de combustión interna en el distrito de Yarinacocha que dejaría de emitir con el cambio de fuente energética y en que relación está frente a la legislación vigente?
- ¿Cuál es la diferencia de la estimación de tCO_2 generadas en base a la fuente y consumo energético entre un mototaxi con motor de combustión interna del distrito de Yarinacocha y un mototaxi con motor eléctrico?
- ¿Cuál es la diferencia entre los niveles de ruido entre un mototaxi con motor de combustión interna del distrito de Yarinacocha y un mototaxi con motor eléctrico?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

• Demostrar que el cambio de fuente energética del mototaxi con motor de combustión interna frente al mototaxi con motor eléctrico en distrito de Yarinacocha proporciona ventajas ambientales

1.3.2 Objetivo especifico

- Determinar la concentración de emisiones que genera un mototaxi con motor de combustión interna en el distrito de Yarinacocha que dejaría de emitir con el cambio de fuente energética y en que relación está frente a la legislación vigente
- Determinar y comparar las estimaciones de tCO_2 generadas en base a la fuente y consumo energético entre un mototaxi con motor de combustión interna del distrito de Yarinacocha y un mototaxi con motor eléctrico.
- Determinar y comparar los niveles de ruido entre un mototaxi con motor de combustión interna y un mototaxi con motor eléctrico

1.4 Justificación

El estudio se justifica en base a lo siguiente:

CASTRO et al.(2007).La disminución de las reservas mundiales de petróleo y el incremento de diferentes problemas ambientales relacionados con el uso de este tipo de combustibles, ha incentivado la búsqueda de nuevas fuentes de energía

La estimación de las ventajas ambientales del motor eléctrico frente al motor de combustión interna permitirá validar la sostenibilidad ambiental del mismo, siendo necesaria información que sustente las ventajas de esta tecnología en comparación a la utilizada actualmente. Para lo cual se sustentará a través del análisis de niveles de ruido, niveles de concentración de gases y el consumo energético requerido traducido en emisiones de CO_2.

De determinarse que el prototipo de mototaxi eléctrico presenta significativamente un menor impacto ambiental, se podría contar con un producto cuyo uso reduciría los niveles de emisiones y ruido. Dicha difusión pudiera mejorar la calidad de vida de la población aledaña al reducir la contaminación del aire en las áreas urbanas, y en consecuencia reducir las posibles alteraciones a la salud de la población, y así también reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Los valores de las mediciones y otros datos cualitativos que se obtengan constituirán una referencia para estudios posteriores que pretendan estimar impactos ambientales de mayor escala en condiciones similares o que planteen medidas de mitigación del impacto.

CAPITULO II - MARCO TEÓRICO

2.1. El mototaxi en la Amazonía peruana

Según Quispe (2011), los primeros mototaxis llegaron a la Amazonía peruana hace 20 años provenientes de la India y el modelo de mototaxi más usado en la Amazonía, nació en la ciudad de Iquitos, cuando un mecánico curioso decidió, a inicios de la década de los 80, combinar la parte delantera de una motocicleta estándar con un soporte para llevar pasajeros y cargas. Este producto gozó de popularidad rápidamente y de ahí se adaptó al transporte urbano. Aparentemente una empresa automotriz japonesa, quizás Honda, compró los derechos de este vehículo, comenzando la fabricación y distribución masiva a los pocos años. El mototaxi que proviene de la India llegó mucho después, y al menos en las zonas selváticas no goza de gran aprecio por las ruedas pequeñas y carrocería cerrada que son característicos de estos vehículos. El Perú se convirtió así en el primer país en América Latina en adoptar a los mototaxis dentro de la oferta de Transporte Público, debido a la adaptabilidad a los diferentes tipos de geografía del país. Fue principalmente en ciudades como Iquitos, Pucallpa o Puerto Maldonado donde se popularizaron desde inicios de los años 80.

Hoy en día ya se fabrican en el Perú y es el transporte de pasajeros o de carga más usado en la mayoría de provincias de climas muy calurosos, además de haberse incorporado también a las ciudades de la costa como Trujillo, Chiclayo, Piura, Ica, Tacna y la capital Lima (aunque solo en algunos distritos del área metropolitana). Entre las ciudades de la sierra, es el medio de transporte más utilizado en Cajamarca

2.2. Motor de combustión interna

(Smith, 1986), menciona que un motor de combustión interna, motor a explosión o motor a pistón, es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de la cámara de combustión.

El motor de explosión ciclo Otto, cuyo nombre proviene del técnico alemán que lo desarrolló, Nikolaus August Otto, es el motor convencional de gasolina, aunque también se lo conoce como motor de ciclo Beau de Rochas debido al inventor francés que lo patentó en 1862.

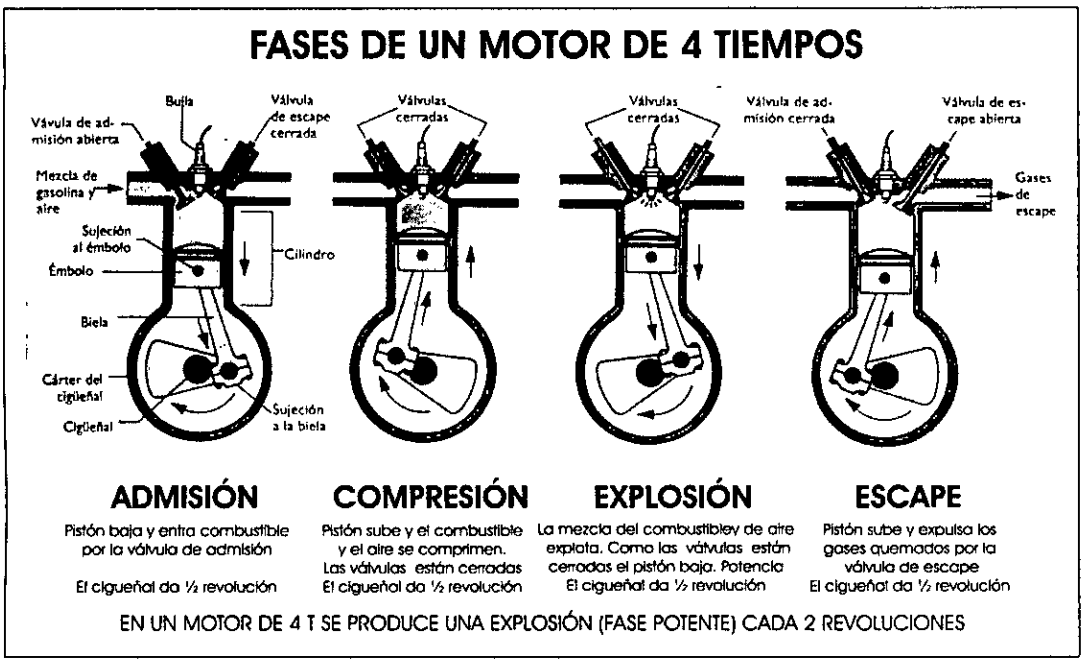


Figura 1 Ciclo de Otto
Fuente: (ECCI, 2014)

Como se describe en la figura 1 el proceso de funcionamiento de un motor gasolinero (motor de 4 tiempos – Ciclo de Otto) inicia con la admisión cuando el pistón baja e ingresa el combustible, el cigüeñal da media revolución e inicia la

compresión, en la cual el cigüeñal da media revolución, el pistón sube comprimiendo el combustible y el aire mientras las válvulas están cerradas. Seguidamente se da paso a la explosión en la bujía produce una chispa provocando la combustión y explosión de la mezcla de aire y combustible, haciendo que el cigüeñal de media vuelta, generando la potencia del motor, finalmente se apertura la válvula de escape, el cigüeñal da media vuelta, el pistón sube y expulsa los gases de combustión (ECCI, 2014).

2.3. Gases del motor de combustión interna

Según (Martinez, 2000), los gases de escape (detrás de la llama o a la salida de la cámara de combustión del motor) en la combustión de hidrocarburos con suficiente aire están compuestos de los productos de la combustión (principalmente C02 y H20), del oxígeno sobrante y de los gases inertes En su libro "Mecánica de la motocicleta", Crouse & Anglin (1992) establecen que la motocicleta puede emitir contaminantes desde cuatro sitios. Los contaminantes pueden escapar del depósito de gasolina, del carburador, del carter y del sistema de escape. El depósito de gasolina y el carburador emiten vapores de gasolina. El carter de un motor de cuatro tiempos expide una mezcla de aire-gasolina quemada que es expulsada por los aros del pistón. Los contaminantes que provienen del sistema de escape son gasolina quemada (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), si hay azufre en la gasolina óxido de azufre (SOx) y algún otro si se han usado aditivos (p.e. PbO si se añadió Pb(C2H5)4 a la gasolina para aumentar el octanaje)

Martinez (2000) indica que hay que tener presente que en la combustión industrial y en los fuegos incontrolados la composición de los gases de escape puede ser variadísima, con muchos compuestos tóxicos, y además hay que considerar que no todos los productos de la combustión son gaseosos (cenizas, escorias)

Según (Vallejos, 2008), los gases de combustión varían de acuerdo al tipo de combustible y motor, motor ciclo Otto (gasolinero) y motor ciclo Diesel.

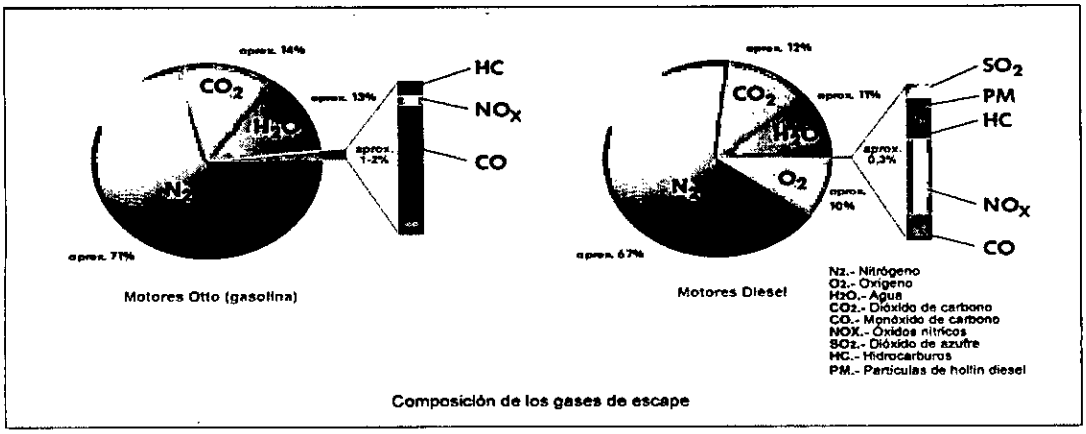


Figura 2 Composición de los gases de escape
Fuente: (Vallejos, 2008)

En la figura 2 se puede apreciar la composición de los gases de combustión dependiendo del tipo de combustible, para el caso del mototaxi, por lo general motor gasolinero, los gases de combustión son: N2, CO2, H2O, HC o COV, NOx y CO.

Según (Vallejos, 2008), se puede diferenciar éstos gases como:

2.3.1. Inofensivos:

El Nitrógeno (N_2) es un gas inerte que se encuentra presente en el aire que respiramos en una concentración del 79%. Debido a las altas temperaturas existentes en el motor, el Nitrógeno se oxida formando pequeñas cantidades de Oxidos de Nitrógeno, aunque sea un gas inerte a temperatura ambiente.

El Oxígeno (O_2) es uno de los elementos indispensables para la combustión y se encuentra presente en el aire en una concentración del 21%. Si su mezcla es demasiado rica o demasiado pobre, el Oxígeno no podrá oxidar todos los enlaces de Hidrocarburos y será expulsado con el resto de los gases de escape.

El vapor de agua (H_2O) se produce como consecuencia de la combustión, mediante la oxidación del Hidrógeno, y se libera junto con los gases de escape.

El Dióxido de Carbono (CO_2) producido por la combustión completa del Carbono no resulta nocivo para los seres vivos y constituye una fuente de alimentación para las plantas verdes, gracias a la fotosíntesis. Se produce como consecuencia lógica de la combustión, es decir, cuanto mayor es su concentración, mejor es la combustión. Sin embargo, un incremento desmesurado de la concentración de Dióxido de Carbono en la atmósfera puede producir variaciones climáticas a gran escala (el llamado efecto invernadero).

2.3.2. Contaminantes

El Monóxido de Carbono (CO), en concentraciones altas y tiempos largos de exposición puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la Hemoglobina, molécula encargada de transportar el oxígeno desde los pulmones a las células del organismo, en Carboxihemoglobina, incapaz de cumplir esa función. Por eso, concentraciones superiores de CO al 0,3 % en volumen resultan mortales.

La falta de oxígeno en la combustión hace que ésta no se produzca completamente y se forme Monóxido de Carbono en lugar de Dióxido de Carbono. En un vehículo, la aparición de mayores concentraciones en el escape de CO indican la existencia de una mezcla inicial rica o falta de oxígeno.

Los Hidrocarburos (HC), dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. El Benceno, por ejemplo, es venenoso por sí mismo, y la exposición a este gas provoca irritaciones de piel, ojos y conductos respiratorios; si el nivel es muy alto, provocará depresiones, mareos, dolores de cabeza y náuseas. El Benceno es uno de los múltiples causantes de cáncer. Su presencia se debe a los componentes incombustibles de la mezcla o a las reacciones intermedias del proceso de combustión, las cuales son también responsables de la producción de Aldehídos y Fenoles.

La presencia simultánea de Hidrocarburos, Oxidos de Nitrógeno, rayos ultravioleta y la estratificación atmosférica conduce a la formación del smog fotoquímico, de consecuencias muy graves para la salud de los seres vivos. **Los Óxidos de Nitrógeno (NO_x)** no sólo irritan la mucosa sino que en combinación con los Hidrocarburos contenidos en el smog y con la humedad del aire producen Acidos Nitrosos, que posteriormente caen sobre la tierra en forma de lluvia ácida y contaminan grandes áreas, algunas veces situadas a cientos de kilómetros del lugar de origen de la contaminación.

2.3.3. Proceso de Combustión de la gasolina._

Cálculo químico de emisión de CO2 por combustión de Gasolina:

2 C8H18 (gasolina) + 25 O2	-->	16 CO2 + 18 H2O + energía
2 mol C8H18(114 g/mol) (gasolina)	-->	16 mol CO2(44 g/mol)
2*114 g (gasolina)	-->	16*44 g (CO2)
228 g (gasolina)	-->	704 g (CO2)
1 g (gasolina)	=	704 g (CO2) /228
1 g (gasolina)	=	3.08772 g (CO2)

1 kg de gasolina produce 3.08772 kg de CO2.

Luego:

Densidad de la gasolina = 0.7197 g/ ml = 0.7197 Kg / L

$$1Kg\ (gasolina)*\frac{1\ Litro\ (gasolina)}{0.7197\ Kg\ (gasolina)}=3.08772\ Kg\ CO2$$

1L (gasolina) = 3.08772*0.7197 Kg (CO2)

1L (gasolina) = 2.224.64 Kg (CO2)

1 litro de gasolina produce 2.22 kg de CO_2.

1 galón USA = 3.785 L

1 galón USA = 3.785 * 2.22 Kg CO_2

1 galón USA = 8.4027 Kg CO_2

Tomado de (sunearthtools, 2015)

2.4. El motor eléctrico

Según (Fitzgerald, Electric Machinery, 2003), el motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se diseñan adecuadamente.

La corriente directa o corriente continua proviene de las baterías, los paneles solares, dínamos, fuentes de alimentación instaladas en el interior de los aparatos que operan con estos motores y con rectificadores. La corriente alterna puede tomarse para su uso en motores eléctricos bien sea directamente de la red eléctrica, alternadores de las plantas eléctricas de emergencia y otras fuentes de corriente alterna bifásica o trifásica como los inversores de potencia.

2.5. Historia del vehículo con motor eléctrico

R. Bargalló (2013) indica que un vehículo eléctrico es un vehículo propulsado por uno o más motores eléctricos. La tracción puede ser proporcionada por ruedas o hélices impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utilizar otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales, los motores inerciales, o aplicaciones del magnetismo como fuente de propulsión, como es el caso de los trenes de levitación magnética.

Acostas (2010), recopila en su artículo web que las investigaciones sobre electromagnetismo avanzaron con rapidez en el siglo XIX y una de sus primeras aplicaciones prácticas fue la de motorizar vehículos.

El vapor no conseguía sustituir al coche de caballos, le salió un competidor nuevo. Tras los primeros experimentos de Jedlik (1828) y Thomas Davenport (1835), encontramos el primer vehículo eléctrico en 1838, cuando Robert Davidson, en la figura 3, consiguió mover una locomotora a 6 km/h sin usar carbón ni vapor.

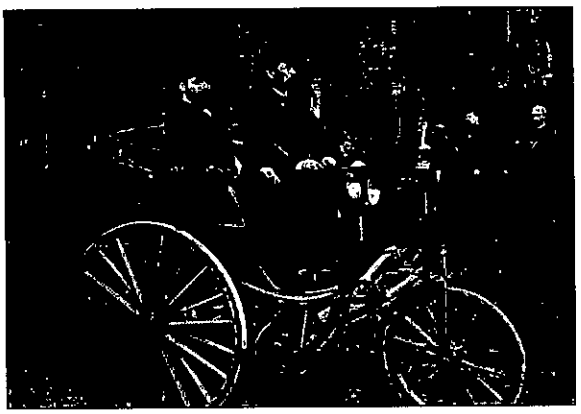


Figura 3 Locomotora eléctrica de Robert Davidson (1835) – Fuente: (Acostas, 2010)

Entre 1832 y 1839 Robert Anderson inventó el primer carruaje de tracción eléctrica, con pila de energía no recargable. Poco después se patentó la línea electrificada, pero eso no valía para coches, solo para trolebuses o trenes. Las primeras baterías recargables aparecieron antes de 1880, ahí comenzaron realmente.

Se hicieron con las carreteras en poco tiempo, en 1900 podemos considerar su apogeo, **cuando eran los coches que más se vendían**, mucho más que los de vapor o gasolina. De hecho, en 1899 un coche eléctrico, *"La Jamais Contente"*, superó por primera vez los 100 km/h e instauró un récord de velocidad.

Los primeros coches de gasolina eran muy contaminantes, sucios, ruidosos, requerían bencina o gasolina (no era fácil comprarla al principio), había que cambiar de marcha muy rudimentariamente, había que arrancarlos con manivela y en cualquier lugar eran susceptibles de fallar.

El coche eléctrico triunfaba por su simplicidad, fiabilidad, suavidad de marcha, sin cambio de marchas ni manivela, no hacían ruido, eran veloces, la autonomía era razonable y su coste era soportable para la burguesía y las clases altas, los primeros usuarios de automóviles. **Superaban por 10 a 1 a los de gasolina.**

Sin embargo el coche de gasolina recibió el motor de arranque (1912), Henry Ford inventó la producción en masa mecanizada, la gasolina alcanzó un precio muy popular, se empezaron a abrir carreteras al tráfico y entonces la autonomía pasó a ser una característica muy valorada, además del precio.

La tecnología de las baterías avanzaba muy bien, el mismo Thomas Alva Edison (figura 4) puso una batería de níquel a un coche eléctrico antes de 1890 y consiguió más autonomía y prestaciones. **Pero el coche de gasolina acabó ganando el pulso a los eléctricos**, también a los híbridos.

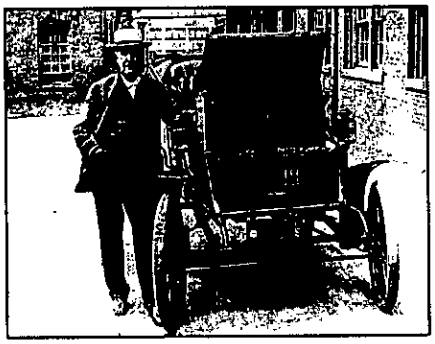


Figura 4 Thomas Alva Edinson con un coche eléctrico con la primera batería de niquel
Fuente (Acostas, 2010)

Acostas (2010) indica que hasta mediados de los 60 los coches eléctricos casi desaparecieron, algunos sobrevivieron en el sector industrial. En EEUU muchas empresas de tranvías eléctricos se adquirieron por General Motors, Firestone y Standard Oil, las desmantelaron e impusieron un servicio de autobuses de dudosa calidad para favorecer al transporte privado, crearon una necesidad.

En los años 60-70, más por ecología que por otra cosa, empiezan a a aparecer algunos modelos en el sector industrial, el carrito de golf eléctrico y pequeños coches urbanos. En ese período destacamos el CityCar de Sebring-Vanguard (figura 5), fabricaron 2.000 unidades. También hay que acordarse del Elcar, otro microcoche.

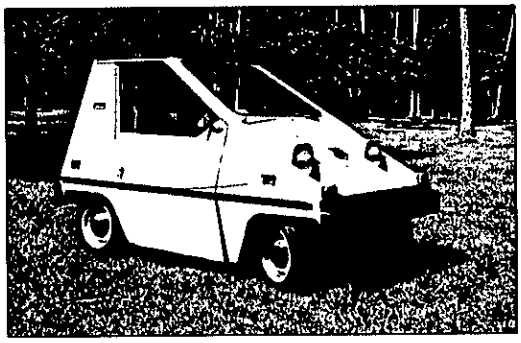


Figura 5 Thomas CityCar de Sebring-Vanguard
Fuente: (Acostas, 2010)

La crisis del petróleo fue el detonante de su posterior reaparición, forzando a los fabricantes de coches convencionales a mejorar su eficiencia mientras se buscaban alternativas al petróleo, una materia prima de origen extranjero que podía tumbar la economía occidental si empezaba a escasear o se encarecía.

Quitando prototipos, modelos anecdóticos y vehículos industriales, hay que irse a 1990, cuando General Motors presenta el *"Impact"* en el Salón de Los Ángeles. Fue el precursor del coche eléctrico más famoso de la Historia: el General Motors Experimental Vehicle 1, o EV-1 para abreviar.

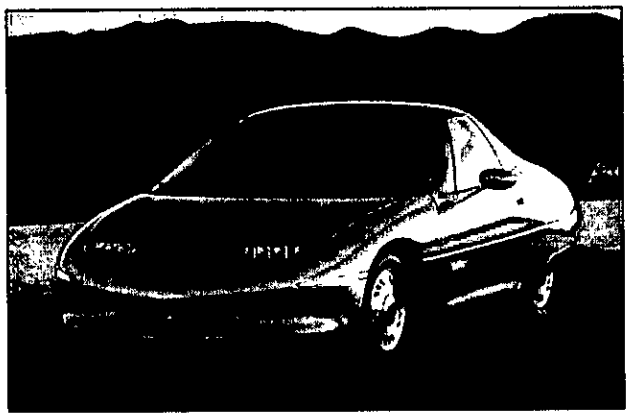


Figura 6 General Motors Experimental Vehicle 1, o EV-1
Fuente: (Acostas, 2010)

Algunas iniciativas legislativas de exigir vehículos de emisión cero impulsaron a las grandes automovilísticas a investigar en este campo, mientras que a la vez luchaban en los tribunales. El estado de California, el más contaminado de EEUU, fue el pionero con su *"Zero Emission Mandate"* [*Mandato de cero emisiones*] (1990) cuyos efectos comenzaban en 1998.

Los grandes fabricantes se apresuraron a poner en las carreteras californianas coches de emisiones cero para poder cumplir con la Ley del estado. Además del EV-1 aparecieron *Toyota RAV4 EV, Honda EV Plus, Ford Think* (precursor de este otro), *Nissan Altra EV* o una nueva *Ford Ranger EV*.

Estos coches ofrecían una autonomía suficiente para el 90% de los desplazamientos habituales de la población, sus prestaciones eran ya adecuadas y despertaron una contenida expectación. Digamos que los fabricantes se esforzaron el mínimo posible para que los conociese la opinión pública, sin apenas publicidad o muy mala.

Los fabricantes se acabaron saliendo con la suya y lograron rebajar las exigencias de la Ley, cambiando coches de emisión cero por coches de bajas emisiones. Por otra parte, el Gobierno federal (o central en España) luchó contra California para tumbar esa reforma legislativa, y California acabó cediendo.

Diversos intereses acabaron con el coche eléctrico... durante un tiempo, se ve perfectamente en el documental *"Who killed the electric car?"* [¿Quién mató al auto eléctrico?] (2006). La industria petrolera presionó mucho para crear un clima desfavorable para estos coches, así como los intereses a favor de la pila de combustible, una tecnología en pañales.

Entre los motivos destacan que: El coche eléctrico no interesaba porque había "pocos clientes", los fabricantes debían mantener repuestos para unas centenas o millares de unidades, los coches eléctricos no requerían mantenimiento ni generaban dinero en la postventa, suponía mucho dinero en I+D y salía mucho más rentable vender SUV (*Sport Utility Vehicle*) [Vehículo todo terreno] para una población que no los necesitaba en realidad.

La mayoría de los coches eléctricos fue reclamada por lo fabricantes, deshabilitados o directamente desguazados. Unos pocos pudieron salvarse por las protestas de los clientes, que querían pagarlos incluso sin tener derecho a postventa. Todo eso viene contado magistralmente en el documental mencionado anteriormente

Estos coches casi desaparecen... pero los últimos acontecimientos económicos hasta el 2010 y la creciente mentalidad ecológica han conseguido evitar la presión de los *lobbys* del petróleo. El coche híbrido consiguió emerger y el eléctrico está en ello, la principal esperanza eléctrica, tras los híbridos, es el híbrido enchufable, lo mejor de ambos mundos.

2.6. El mototaxi eléctrico en Asia y Europa

Según HARDING & ROJESH (2014), el mototaxi eléctrico ha estado empezando a ser más popular en muchas ciudades desde el año 2008 como una alternativa por el mototaxi (rickshaw o tuk- tuk en otros países) común por su bajo costo de combustible y menor esfuerzo de uso. Han sido ampliamente aceptadas como alternativa al mototaxi común de gasolina. Estos vehículos son de 3 ruedas impulsados por un motor eléctrico con una potencia de 650 a 1400 watts. La

mayoría fabricados en China, sólo unos pocos países fabrican éste tipo de vehículos. El sistema de baterías lo podrían convertir en un medio de transporte complementario de bajas emisiones para personas de bajos recursos, quienes sufren más por la falta de instalaciones de transporte.

El mototaxi eléctrico es muy popular en Asia. La versión china de bajo costo es el primero en aparecer en las calles. Se utilizan sobre todo en China, Bangladesh y Nepal, China, Japón, India y los países europeos (Suiza, Francia, Alemania) han investigado y desarrollado triciclos eléctricos para el transporte comercial y están tratando de capturar el mercado en crecimiento en Asia.

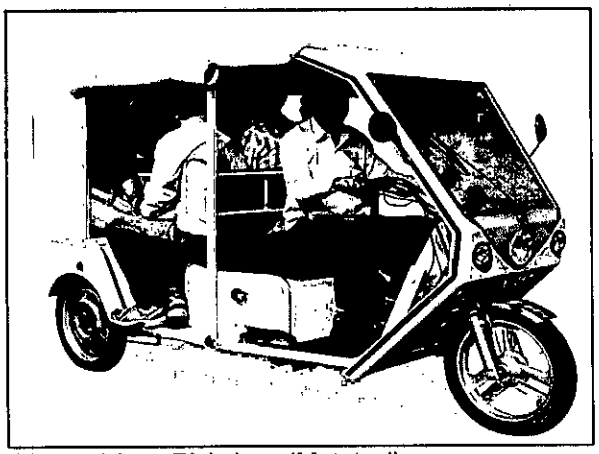


Figura 7 Auto Rickshaw (Mototaxi)
Fuente: (Harding & Rojesh, 2014)

Se desarrollaron a su vez, versiones solares, Hay dos tipos de vehículos solares:

- Directamente con energía solar - equipado con paneles solares, que convierten la energía solar en energía eléctrica, y que por completo o significativamente accionan el vehículo.
- Indirectamente cargado con energía solar – no incluye paneles solares; es impulsado por una batería cargada antes de su uso por los paneles solares remotos, generalmente éstos se encuentran en una ubicación fija.

De ahí que un *rickshaw* (mototaxi) directamente con energía solar sería un auto rickshaw eléctrico impulsado únicamente por uno o más motores eléctricos, impulsado por paneles solares montados en el vehículo y capaces de funcionar mientras el vehículo está en movimiento. En teoría, los paneles solares podrían proporcionar energía directamente al motor (s) sin la necesidad de baterías, pero en realidad esto sería una opción de diseño improbable para un rickshaw, dada su finalidad.

En la práctica, el término rickshaw solar es más comúnmente utilizado para describir de batería eléctrica rickshaws cuyas baterías son indirectamente cargadas con energía solar (es decir, independientemente del vehículo) antes de su uso. Esto normalmente se facilita mediante el uso de baterías intercambiables cargadas previamente por energía solar. Alternativamente, las baterías se pueden cargar situ mientras el vehículo está aparcado, aunque esto puede limitar el uso diurno.

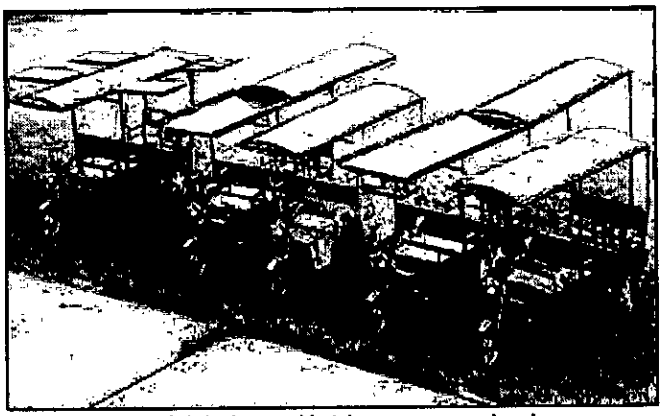


Figura 8 Auto Rickshaw eléctrico con panel solar
Fuente: (Harding & Rojesh, 2014)

2.7. Motos eléctricas en Perú.

Según (AIMA-PERU, 2014), las motos eléctricas cada día toman mayor relevancia dentro de la industria. Marcas como BMW, Honda, Yamaha, entre otras ya han comenzado a trabajar en motocicletas de este tipo. Sin embargo y contrario a lo que muchos puedan pensar, este 'boom' ya llegó país. Desde hace cuatro años Aima Perú importa esta clase de vehículos a nuestro mercado que recorren aproximadamente de 2,400 a 2,600 km mensualmente, con una sola recarga, eso expresado en dinero es un promedio de 20 soles de electricidad al mes. Su mantenimiento es cada tres meses y solo se revisa sistema de luces y frenos, que son otros 20 soles más. Además, para cargar las baterías solo debe conectarlas a un enchufe de 220 v, entre cuatro a seis horas, luego de la cual, se apagan.

(Montes, 2014) "...Ahora, si la moto utiliza energía eléctrica, el atractivo para un creciente número de usuarios verdes se eleva por la ausencia de emisiones contaminantes directas. Aunque sin duda, el factor ahorro es uno de sus fuertes, tiene inconvenientes. No depender del precio de la gasolina puede sonar atractivo, pero las limitadas estaciones de carga en América Latina son un punto flaco para quienes sueñan con conducir estos vehículos. Aún así, la carga de motores eléctricos representa apenas el 10% de lo que se gastaría usando combustible regular. En contraste, en Europa y Estados Unidos, los fabricantes empiezan a ofrecer novedosas características. Hace una semana, la Harley Davidson presentó Live Wire, la primera moto eléctrica de la firma. No se conocen muchos detalles técnicos de la moto, pues aún no está a la venta, pero en pruebas realizadas por expertos se calcula que puede acelerar hasta los 100 km/h en 4 segundos. Su

velocidad punta es de 148 km/h y el tiempo de recarga de la batería es apenas de 3,5 horas".

2.8. Mototaxi eléctrico en el Perú.

(Pacheco Lujan, 2007) El "Mototaxi accionado por motor eléctrico que utiliza energía solar y otros tipos de energía", fue generado de un estudio de investigación sin/con, proyecto desarrollado bajo la responsabilidad del Dr. Werner Pacheco Lujan, docente investigador de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica en el año 2007, el referido proyecto contó con la colaboración del Ing. Alfonso Romero Baylón y la Ing. Silvana Luzmila Flores Chávez de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.

La ventaja de la patente radica en lo siguiente:

- Se constituye en una alternativa para el transporte urbano y rural que utiliza combustible proveniente de energía no renovable que tiene un costo elevado y que va en aumento a medida que se acaban los combustibles fósiles.
- Preservar el medio ambiente toda vez que con la mototaxi solar no genera la salida de emisiones de CO2 y de otros gases tóxicos contaminantes.
- La mototaxi solar hace uso óptimo de la energía solar la cual se encuentra disponible de manera natural y su costo es cero, al igual que la energía brindada por el hidrógeno, la cual nos da un valor de costos muy bajos.

Según Resolución N° 000508-2012/DIN-INDECOPI de fecha 25 de abril de 2012, el INDECOPI ha concedido la Patente de Modelo de Utilidad al invento "Mototaxi accionada por un motor eléctrico que utiliza energía solar y otros tipos de energía".

Pacheco Lujan, describe que el mototaxi solar comprende: al menos 12 celdas fotovoltaicas para generar energía eléctrica; un controlador provisto de un microprocesador PIC; un regulador para carga de las baterías; un motor eléctrico; un hipercapacitor, el mismo que provee la corriente al motor eléctrico durante el inicio de la marcha del vehículo y también durante la marcha del vehículo con energía captada por las celdas fotovoltaicas, cuando el vehículo no está en marcha, el hipercapacitor carga lentamente las baterías con energía proveniente de las celdas solares; pedales dinámicos accionados por el motorista para obtener energía eléctrica a través de un dinamo con el que se cargara las baterías a través del regulador de carga; frenos eléctricos regenerativos que al accionarse entregan energía eléctrica a al hipercapacitor el cual, a su vez entregara energía en forma limitada para la carga lenta de las baterías; celdas de combustión a partir de la energía del hidrogeno que se puede obtener de algunos minerales a través de la reacción química; un rectificador reductor con regulador de carga; y un conjunto de baterías que se cargan con la energía proveniente de las celdas fotovoltaicas, celdas de combustión, del dinamo, del hipercapacitor y de los frenos eléctricos regenerativos, en donde las baterías accionaran el motor cuando las celdas solares no proporcionen la energía necesaria para accionar el motor eléctrico.



Figura 9 Mototaxi eléctrico con energía solar y otras fuentes de energía
Fuente: (Pacheco Lujan, 2007)

2.9. Mototaxi eléctrico del proyecto "Validación Técnica y económica del mototaxi eléctrico en la ciudad de Pucallpa".

El mototaxi eléctrico usa un motor eléctrico instalado en la llanta y las baterías ubicadas por debajo de los asientos en el compartimiento bajo el asiento de los pasajeros.

El diseño del mototaxi eléctrico del proyecto tiene un mecanismo de funcionamiento que está constituido por 3 componentes:

2.9.1. Power Train._ Es un sistema de comando que regula el la aceleración, el freno regenerativo, el freno y comandos LED, entre otros dispositivos como se muestra en el anexo 8.5.

2.9.2. Baterías._ Se utilizan Batería plomo GEL Serie HGC5. 12V - 70Ah EXIDE para reducir el riesgo de manipulación, estas baterías son de 12V y un amperaje de 70 Ah. El número de baterías determina la capacidad de autonomía del vehículo. Que para el caso del modelo ensamblado en Noviembre de 2015 se optó por utilizar 8 baterías plomo-gel, dando un **recorrido máximo aproximado de 100 Km.** La fuente energética de la que

abastecen las baterías del modelo es el servicio eléctrico domiciliario proveniente del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SEIN), pudiendo proyectarse a abastecerse de una fuente de energía renovable

Tabla 1
Especificaciones técnicas de la batería

Características	
Código	HGC5-12/70
Voltaje nominal	12 V
Capacidad nominal (Ah a C20)	70 Ah
Ciclos vida	800 Ciclos
Dimensiones Largo x Ancho x Alto	260,0 x 171,0 x 210,0 mm
Peso	23000 grs

Fuente: (UKAI, 2016)

2.9.3. Motor eléctrico._ El motor eléctrico es de la empresa GEMMOTORS® es un motor con una potencia de 4Kw, tiene un voltaje de 48v y un peso de 9 Kg. El motor está diseñado para ser ensamblado en la llanta directamente, como se muestra en la *figura 6*, los detalles técnicos se muestran en la tabla 2

Tabla 2

Datos técnicos y medidas del motor eléctrico GEMMOTORS 4kW in-wheel

TIPO	MOTOR ELÉCTRICO EN LLANTA GEM CON MAGNETOS PERMANENTES
POTENCIA NOMINAL	4 kW
TORQUE NOMINAL	120 Nm
MAX. REVOLUCIÓN	800rpm (dependiendo de la aplicación)
MAX. POTENCIA (30SEG)	5.5 kW
EFICIENCIA DEL SISTEMA	< 92%
VOLTAJE NOMINAL	48 V
ENFRIAMIENTO	aire
PESO	18 kg (motor eléctrico 9 kg)
TAMAÑO DEL ARO	13"

Fuente: (Gemmotors, 2015)

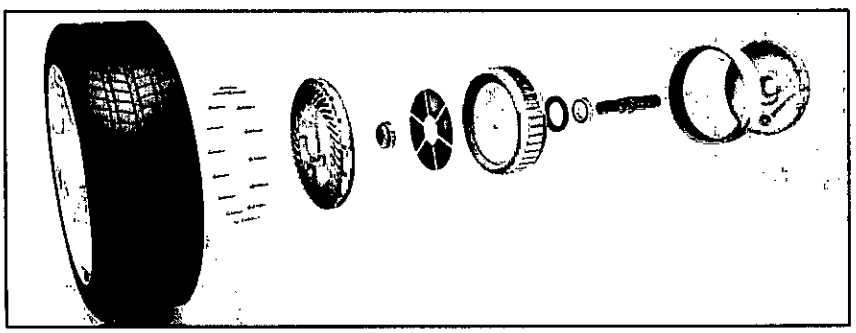


Figura 10 Componentes del Motor eléctrico GEMMOTORS

Fuente: (Gemmotors, 2015)



Figura 11 Motor instalado en el chasis

Fuente: Elaboración propia

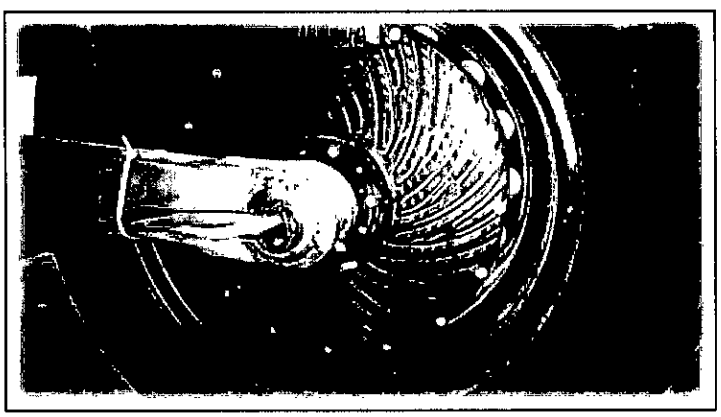


Figura 12 Motor y llanta instaladas en el prototipo

Fuente: Elaboración propia

El diseño del chasis puede regularse de a acuerdo a los requerimientos de transporte, se ha optó por el modelo de doble asiento, el diseño del chasis influye en el rendimiento del motor dado el peso que debe movilizar, que para este caso

Tiene una capacidad de **carga bruta de 400 Kg**, y una **carga neta máxima de 250Kg** . Del mismo modo la **velocidad máxima se reguló a 50 Km/h** para un tránsito en área urbana.

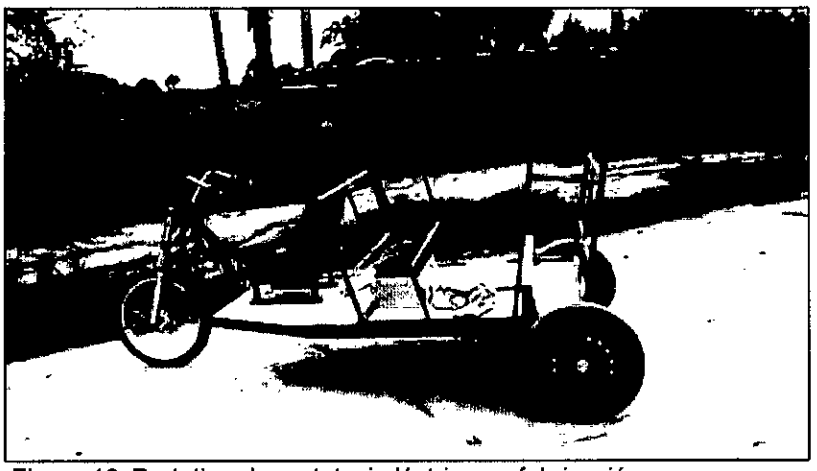


Figura 13 Prototipo de mototaxi eléctrico en fabricación
Fuente: Elaboración propia

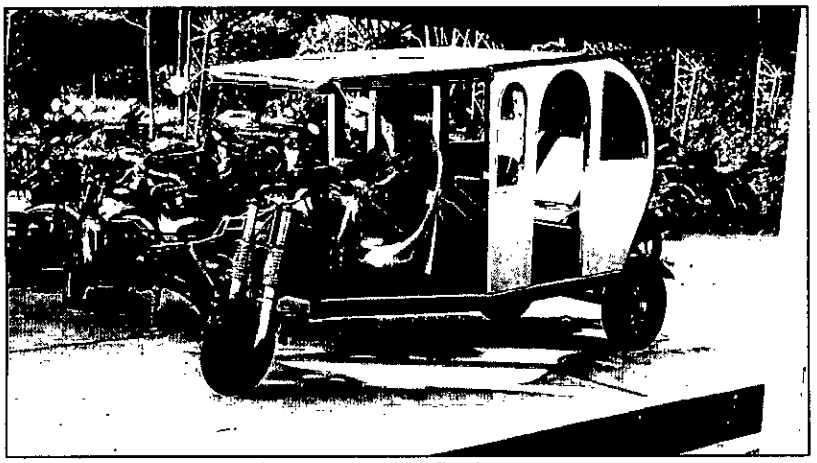


Figura 14 Mototaxi eléctrico, versión final
Elaboración propia

Tabla 3

Comparación de características del motor eléctrico y motor de combustión interna

TIPO	MOTOR ELÉCTRICO EN LLANTA GEM	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA DE 4 TIEMPOS
POTENCIA NOMINAL	4 kW	7.8 kW (125CC)
FUENTE DE ENERGIA	Corriente eléctrica CA (220v) / Baterías	Gasolina
CAPACIDAD DE CARGA O COMBUSTIBLE	8 baterías	3 galones
RENDIMIENTO	100 km/ carga (8 baterías)	180 km/ galón[1]
DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	50 km/h [2]	120 km/h
EFICIENCIA DEL SISTEMA	< 92%	<30%
ENFRIAMIENTO	Aire	Aire
PESO	18 kg (motor eléctrico 9 kg)	50 kg
ENCENDIDO	Eléctrico	Eléctrico y pedal
LUBRICANTE	NA	Aceite
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	Semestral[3]	Semanal / Mensual / Trimestral[4]

[1] El rendimiento de acuerdo a la ficha técnica difiere en el caso práctico dado el mayor consumo de combustible por el esfuerzo del motor en condiciones agrestes o el peso de carga y mantenimiento del vehículo

[2] Regulado por el diseño del proyecto para el tránsito en zona urbana de Pucallpa, el modelo original alcanza velocidad máxima de 120 km/h

[3] El mantenimiento del motor eléctrico involucra la revisión del posible desgaste del disco o rotor y las baterías.

[4] El mantenimiento del motor de combustión interna involucra el cambio de piezas mecánicas (sistema de arrastre), afinamiento, cambio de lubricante, entre otros de mayor costo de acuerdo al uso del vehículo.

Elaboración Propia en referencia con (Gemmotors, 2015)

2.10. Ruido

Según Asfahi (2000), el ruido puede definirse como un sonido no deseado. El sonido se concibe como una onda de presión en la atmósfera. Igual que con otros riesgos para la salud, el ruido tiene un umbral límite, y las exposiciones se miden en términos de promedios ponderados por tiempo.

Dos características básicas de las ondas sonoras, importantes para el tema del ruido, son:

1. La amplitud de la onda, o intensidad pico de presión.
2. La frecuencia con que ocurren los picos de presión.

La intensidad de presión se percibe como volumen, en tanto que la frecuencia de presión como tono.

En cuanto a salud se refiere, Asfahi (2000) indica que "Más importante aún que el tono es la intensidad de presión de la onda sonora". Los picos altos de presión en las ondas pueden provocar daño permanente a los delicados mecanismos del oído humano y causar pérdida permanente de la audición. El oído debe ser delicado para poder percibir las diminutas presiones de los sonidos audibles más débiles, pero es capaz de soportar un intervalo de presiones increíblemente grande. Tolera sin daño una presión de sonido 10'000,000 veces más grande que el sonido más débil. Un resultado necesario de este increíble intervalo de presiones es que el oído no es muy sensible a los matices entre estas presiones, especialmente cuando se acercan a la parte superior del intervalo. En otras palabras, conforme los sonidos se hacen más fuertes, el oído humano percibe menos los incrementos grandes de intensidad, aun cuando se dupliquen o tripliquen.

2.10.1. Decibel

Asfahi (2000), menciona que la unidad de medida llamada decibel (dB) mide la intensidad de la presión del sonido. Tiene una relación logarítmica con la intensidad de presión real, y así la escala se reduce con forme el sonido se hace más fuerte, hasta que en los intervalos superiores es sólo una medida burda de la intensidad de presión real.

2.10.2. Curva de ponderación A

Schroder (2001) indica que es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A. Unida de nivel sonoro a la cual se le ha aplicado la red de compensación A, en la cual se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o estudios medioambientales, esto porque esta curva se asemeja a la respuesta de la audición humana..

2.10.3. Nivel de Presión Sonora Equivalente (Leq).

Según Cortez (2013), es también conocido también como Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq), es el nivel que expresa la media de la energía sonora que percibe un individuo en un intervalo de tiempo; se expresa en decibeles A [dB(A)].

2.10.4. Nivel sonoro continuo equivalente ponderado A (L Aeq,T).

Schultz (1982) lo define como el nivel de presión sonora ponderado en A, en dB(A), que debe tener un ruido constante hipotético, correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante el periodo de tiempo T de observación

2.10.5. Nivel de Presión Sonora Máximo (Lmax).

Ortiz (2013) lo considera como el nivel de presión sonora máximo que se ha registrado durante un periodo de medición establecido, utilizando la curva de ponderación A [dB(A)]..

2.10.6. Nivel de Presión Sonora Mínimo (Lmin).

Ortiz (2013) define que es aquel nivel de presión sonora mínimo registrado durante un periodo de tiempo establecido, utilizando la curva de ponderación A [dB(A)]..

2.10.7. Sonómetro.

Reyes (2011) Indica que el sonómetro es un instrumento que mide de manera directa los niveles de presión sonora expresados en decibeles (dB); está diseñado para captar el sonido de forma parecida al sistema auditivo.

La escala logarítmica de decibeles es conveniente, pero causa algunos problemas. Asfahi (2000), lo expone a través del siguiente ejemplo: "Si una maquina en la planta es muy ruidosa, al poner una segunda maquina igual justo al lado de la primera no hará el sonido dos veces más fuerte. La escala de decibeles reconoce la adición de la nueva máquina como un incremento en el nivel de ruido de sólo tres decibeles. De manera inversa, si el nivel de ruido en la planta supera por mucho las normas permisibles, apagar la mitad de las máquinas de la planta una medida bastante drástica quizás sea de muy poco efecto para disminuir el nivel total de ruido en la escala de decibeles."

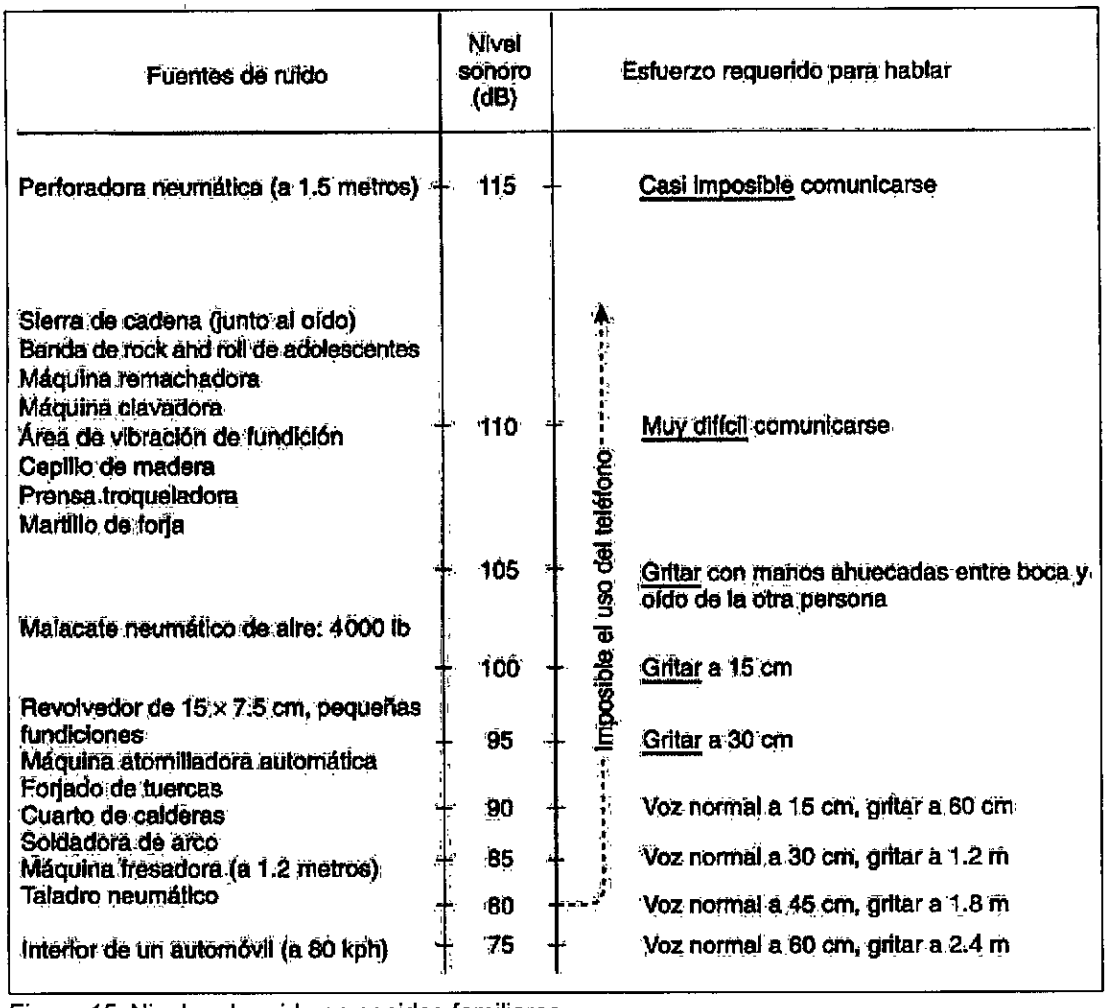


Figura 15 Niveles de ruido en sonidos familiares

Fuente: NIOSH (Asfahi, 2000)

La figura 15 muestra distintos niveles de ruido en dB que podemos relacionar con sonidos familiares y al mismo tiempo como percibirlo por medios prácticos (Esfuerzo requerido para poder hablar).

Diferencia entre dos niveles de decibeles por sumar (dB)	*Cantidad por agregar al nivel mayor para obtener la suma de decibeles (dB)*
0	3.0
1	2.6
2	2.1
3	1.8
4	1.4
5	1.2
6	1.0
7	0.8
8	0.6
9	0.5
10	0.4
11	0.3
12	0.2

Figura 16 Escala para combinar decibeles
Fuente: NIOSH (Asfahi, 2000)

La figura 16 contiene una escala para combinar los decibeles de dos fuentes y llegar al nivel total de ruido. Si hay tres o más fuentes, se combinan dos fuentes y después se manejan como una sola que entonces se combina con la tercera, y así sucesivamente, hasta que todas hayan sido reunidas en un solo total.

2.10.8. Norma de ruido de la OSHA.

OSHA (Occupational Safety and Health Agency) o Agencia de Seguridad y Salud Ocupacional ha establecido tanto un Límite de Exposición Permisible (LEP) como una Nivel de de Acción (NA) referente a los ruidos excesivos. El más conocido es el LEP, establecido en 90dBA para un periodo de trabajo de ocho horas. Alrededor de 10 años después que fuera establecido el LEP de 90 dBA, al principio de los años ochenta, se fijó el nivel de acción (NA) en **85 dBA** para una jornada de ocho horas. Es sabido que los trabajadores toleran sin daño periodos cortos con ruidos mayores, así que la OSHA especifica un intervalo de niveles de exposición en decibeles para diversos tiempos de exposición. El margen del LEP de la OSHA para exposición de ruido aparece en la tabla 4.

Tabla 4
Límite de exposición permisible para ruido OSHA

Nivel sonoro Ponderado en A	Tiempo de duración de referencia (hr)	Nivel sonoro Ponderado en A	Tiempo de duración de referencia (hr)
80	32.00	106	0.87
81	27.90	107	0.76
82	24.30	108	0.66
83	21.10	109	0.57
84	18.40	110	0.50
85	16.00	111	0.44
86	13.90	112	0.38
87	12.10	113	0.33
88	10.60	114	0.29
89	9.20	115	0.25
90	8.00	116	0.22
91	7.00	117	0.19
92	6.20	118	0.16
93	5.30	119	0.14
94	4.60	120	0.125
95	4.00	121	0.110
96	3.50	122	0.095
97	3.00	123	0.082
98	2.60	124	0.072
99	2.30	125	0.063
100	2.00	126	0.054
101	1.70	127	0.047
102	1.50	128	0.041
103	1.40	129	0.036
104	1.30	130	0.031
105	1.00		

Fuente: (Asfahi, 2000)

2.10.9. Efectos del ruido sobre la salud.

Miranda (2006) Menciona distintos efectos del ruido sobre la salud, entre los cuales destacan:

- *Pérdida de capacidad auditiva:* Las pérdidas de audición producidas por el ruido constituyen los efectos más conocidos de éste sobre la salud humana. Todos hemos experimentado una sensación de "sordera" o "taponamiento de oídos" después de una exposición a niveles sonoros excesivamente elevados: por ejemplo, a la salida de un espectáculo deportivo o de una discoteca. Esa sensación, sin embargo, desaparece en poco tiempo y recuperamos nuestra capacidad auditiva normal al cabo de algunas horas. A este fenómeno se le ha denominado "desplazamiento temporal del umbral auditivo. Si esta situación se mantiene durante un tiempo prolongado, generalmente del orden de años, llega a aparecer una lesión irreversible en el oído, lo que se denomina "desplazamiento permanente del umbral auditivo" o hipoacusia producida por el ruido. El riesgo de daño auditivo se considera existente a partir de exposiciones mantenidas a niveles por encima de **75 dB(A).**
- *El estrés, sus manifestaciones y consecuencias:* El estrés es una reacción inespecífica ante factores agresivos del entorno físico, psíquico y social. En principio, se trata de una respuesta fisiológica normal del organismo para defenderse ante posibles amenazas. Sin embargo, si esta reacción se repite o resulta sistemáticamente inefectiva puede llegar a agotar los mecanismos normales de respuesta, produciéndose un desequilibrio en los mismos que, con el tiempo, puede manifestarse en forma de diferentes alteraciones de la salud. Se ha estimado que los trabajadores expuestos permanentemente a niveles de ruido

elevados **(>85 dBA)** presentan un mayor riesgo de padecer afecciones cardiovasculares que los no expuestos.

- La Habituación al Ruido: Se han citado casos de soldados que han podido dormir junto a una pieza de artillería que no cesaba de disparar o de comunidades que, a pesar de la cercanía de un aeropuerto, logran conciliar el sueño, aun cuando éste sea de poca calidad. Es cierto que a medio o largo plazo el organismo se habitúa al ruido, empleando para ello dos mecanismos diferentes, por cada uno de los cuales se paga un precio distinto. El primer mecanismo es la disminución de la sensibilidad del oído y, su precio, la sordera temporal o permanente. Muchas de las personas a las que el ruido no molesta dirían, si lo supiesen, que no oyen el ruido o que lo oyen menos que otros o menos que antes. Naturalmente tampoco oyen otros sonidos que les son necesarios. Mediante el segundo mecanismo, son las capas corticales del cerebro las que se habitúan. Dicho de otra forma, oímos el ruido, pero no nos damos cuenta. Durante el sueño, las señales llegan a nuestro sistema nervioso, no nos despiertan, pero desencadenan consecuencias fisiológicas de las que no somos conscientes: frecuencia cardiaca, flujo sanguíneo o actividad eléctrica cerebral. Es el llamado síndrome de adaptación (Tolosa 2003).

2.11. Legislación ambiental vigente. _

2.11.1. Legislación referente a emisiones:

MINAM (2012), emitió el Decreto Supremo N°009-2012-MINAM Modifican Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, que establece Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que circulen en la Red Vial.

El mototaxi pertenece a la categoría pertenece a la categoría L: vehículos automotores con menos de cuatro ruedas, subcategoría L_4: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm^3 ó una velocidad mayor de 50 km/h (MTC, 2003).

Tabla 5

Límites máximos permisibles para vehículos categoría L1 a L5 con motor de encendido de chispa de cuatro tiempos que usan gasolina

Año de fabricación	Altitud m.s.n.m	CO% de volumen	HC ppm
Hasta 1995	0 a 1800	4,5	2000
	>1800	4,5	2100
1996 a 2012	a 1800	4,5	2000
	>1800	4,5	2100
2013 en adelante	A cualquier altitud	4,5	2000

Fuente: (MINAM, 2012)

Según la tabla 5, se observan los límites para emisiones de vehículos de categoría L1 a L5, entre los cuales se encuentra el mototaxi. Para los vehículos cuyo año de fabricación es superior al 2013, el MINAM regula las emisiones de CO (monóxido de carbono) en 4,5% en volumen y HC (hidrocarburos) en 2000 partes por millón (ppm).

2.11.2. Legislación referente a Ruido

(PCM, 2003) DECRETO SUPREMO Nº 085-2003-PCM, Establece los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, teniendo en cuenta la zona de aplicación (protección especial, residencial, comercial, industrial) y el horario (diurno y nocturno), como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	**VALORES EXPRESADOS EN L_{AeqT}**	
	HORARIO DIURNO dB	HORARIO NOCTURNOS dB
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: (PCM, 2003)

Según Guerra (2014), La Municipalidad Provincial de Coronel Portillo emitió una ordenanza Nº12-2001-MPCP- Art.3º-10º, sobre los límites máximos permisibles de ruido. Tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 7

Límites máximos permisibles de ruido asumidos para Pucallpa.

Zonas de aplicación	Horario diurno	Horario nocturno
	De 07:01 a 22:00	De 22:01 a 07:00
En zonificación residencial	60 dB	50 dB
En Zonificación comercial	70 dB	60 dB
En zonificación industrial	80 dB	70 dB

Fuente: Municipalidad Provincial de Coronel Portillo, Tomado de Guerra (2014).

La tabla 7 muestra los límites máximos permisibles establecidos para horario diurno y nocturno. En el presente estudio se tomará referencia la zonificación residencial y comercial

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación política

El trabajo de investigación se realizó en los siguientes puntos del distrito de Yarinacocha:

Los datos personales o específicos recopilados mediante encuestas, fueron tomados de distintos puntos de gran afluencia de mototaxistas:

- Hospital Amazónico
- Universidad Alas Peruanas (UAP)

Los datos de medición de ruido fueron recolectados en coordinación con la asociación de mototaxistas:

- ENTRAMOSEL S.A.C.

La recolección de datos del mototaxi eléctrico fue realizado en el taller de su fabricación ubicado en:

- "Fundo la Esperanza" - Carretera Federíco Basadre km 27



Figura 17 Mapa de ubicación del área de muestreo en el distrito de Yarinacocha

Elaboración propia

3.2. Metodología

3.2.1. Método de investigación

El método de investigación realizada fue **Investigación aplicada**, dado que se realizó ensayos en condiciones reales con maquinarias sin alterar su sistema y se analizó los resultados obtenidos con valores numéricos.

Tipo de Investigación: Aplicativo

Nivel de investigación: Descriptivo - cuantitativo

Ubicación del área donde se realizó la investigación:

Fundo "La Esperanza"

Asociación de mototaxistas ENTRAMOSEL"

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población:

La población es de 18 234 mototaxis de combustión interna del distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, al año 2015, según SUNARP (2015).

3.3.2. Muestra:

Según la fórmula para cálculo muestral de poblaciones finitas:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^{2} \cdot N \cdot p \cdot q}{i^{2}(N-1) + Z_{\alpha}^{2} \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: tamaño muestral

N: tamaño de la población

z: valor correspondientes a la distribución de gauss, $Z_{\alpha=0.05}$= 1.96

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar (70%)

q: 1-p (30%)

i: error que se prevé cometer (10%)

$$n = \frac{1.96^{2} * 18234 * 0.7 * 0.3}{0.1^{2}(18233) + 1.96^{2} * 0.7 * 0.3}$$

n = 80.3

Se tomó como muestra 30 vehículos con motor de combustión interna con potencia de 125 cc, con antigüedad de un año de fabricación. Datos ajustados de acuerdo al resultado de representatividad (características más comunes de los mototaxis registrados en Pucallpa) obtenido de SUNARP (2015). Se requirió limitar la cantidad de unidades evaluadas a 30 unidades, en vez de 80, en base a las limitaciones logísticas (disponibilidad y disposición de los conductores) y económicas (costos de medición en laboratorio)

Se tomó como muestra cuatro vehículos con motor eléctrico dado que son los únicos existentes.

3.3.3. Ámbito temporal

Periodo 2016

3.4. Instrumentos de Recolección de datos

3.4.1. Materiales:

- Libreta de apuntes
- Lápiz o lapicero
- Borrador o Corrector

3.4.2. Equipos

- Ordenador Portatil
- Sonómetro
- Medidor de gases
- Cámara Digital

En el anexo se detallan las especificaciones técnicas de los equipos:

Sonómetro: http://www.hzaihua.com/download.aspx

Analizador de gases:http://www.capelec.fr//catalogue/Detail/0/0/100/84/CAP3201-GO1-PC2-Combinado-analizador-de-gases-y-opacimetro-versi.html

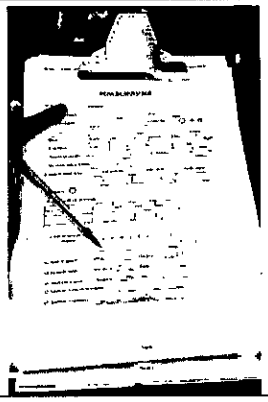
3.5. Procedimiento de Recolección de Datos

3.5.1. Encuesta.

La encuesta recopiló distintos datos para estudios posteriores. Dada la variabilidad del consumo de acuerdo al recorrido de los vehículos, se utilizó un formato encuesta para determinar la tendencia de consumo entre otros datos relevantes. Se recolectó información preliminar con las siguientes variables:

Tabla 8

Variables del formato de encuesta y evidencias

Variables de la encuesta	Evidencias
• Año de fabricación • Cilindraje • Marca • N° de cilindraje • Frecuencia de cambio de aceite • Frecuencia de cambio de sistema de arrastre • Frecuencia de bajada de motor • Cantidad de combustible consumido al día • Horas de trabajo al día • Días de trabajo a la semana • Ingreso diario percibido.	 Ficha de encuesta información básica  Proceso de encuesta a mototaxistas

Como se muestra en la tabla 8 se realizaron las encuestas en puntos en los cuales los mototaxistas hacen cola para recoger pasajeros, siendo el espacio en el que ellos tenían mayor disponibilidad para responder a la encuesta.

3.5.2. Medición de la intensidad de ruido

Para la evaluación se tomó como muestra a los mototaxistas miembros de una asociación de mototaxistas determinada, se utilizó un sonómetro modelo AWA6228 de la marca AIHUA.

La medición de ruido se realizó con el vehículo fijo, con una llanta levantada, realizando tres mediciones de los distintos tipos de marcha o modo, de acuerdo al vehículo:

Medición al exterior del vehículo en neutro o modo Eco

- Medición al exterior del vehículo en primera marcha o modo Normal
- Medición al exterior del vehículo en tercer marcha o modo Buzz

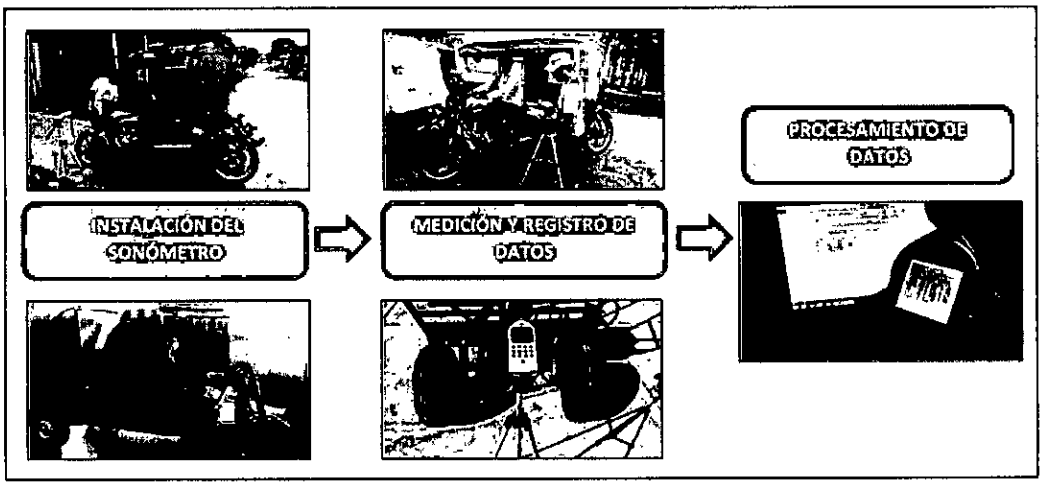


Figura 18 Proceso de medición de niveles de ruido
Elaboración propia

El sonómetro se ubicó en un rango entre 60 cm a 1 m alrededor de la ubicación del conductor para medir tanto el ruido del motor como el nivel de ruido al cual se expone el mototaxista durante las **11 horas de trabajo al día** (figura 31 - anexos), con el fin de comparar los datos tanto con la legislación de ruido ambiental vigente como con la norma NIOSH sobre límites de exposición en relación a la salud del mototaxista. La medición de ruido del mototaxi eléctrico se realizó en el fundo "La Esperanza" en el Km 27 en donde se fabricó. Las

mediciones se realizaron a la altura entre el motor y los ocupantes para evaluar los mismos parámetros antes mencionados.

3.5.3. Medición de las emisiones

Se procedió a medir las emisiones de acuerdo a lo especificado en el anexo del D.S. N°009 – 2012 MINAM, midiendo los gases: HC, CO y CO2. Se añade que para el presente estudio de investigación los NO_x no son evaluados dado que en el motor gasolinero del mototaxi la producción es muy baja. Éste gas no se encuentra legislado para ésta categoría de vehículo, y los filtros de los equipos de medición utilizados no detectan éstas concentraciones.

Procedimiento de prueba y análisis de resultados:

- Inspección del vehículo, para verificar la existencia y/o adecuado funcionamiento de los componentes directamente involucrados con el sistema de control de emisiones se comprobará que:
  - El aceite del motor del vehículo se encuentra en el nivel adecuado de acuerdo a la varilla de control de nivel de aceite
  - La temperatura del aceite del motor del vehículo deberá estar comprendida dentro del rango de la temperatura normal de funcionamiento del motor según las especificaciones del fabricante del mismo, la cual será verificada mediante la instalación de un sensor de temperatura de aceite conectado al sistema de medición.

- Las revoluciones del motor se encuentran dentro de los parámetros requeridos para lo cual se instalará un tacómetro o sensor conectado al sistema de medición
- El selector de transmisiones automáticas se encuentre en posición de estacionamiento (P) o neutral y en transmisiones manuales o semiautomáticas, esté en neutral y con el embrague sin accionar.
- El escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento, que no tenga ningún agujero que pudiera provocar una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos
- Para los vehículos con motor de encendido por chispa se deberá seleccionar el parámetro del combustible que se medirá en el analizador de gases (Selector GLP o propano para los vehículos que operan a gas e hidrocarburos o gasolina para los vehículos que operan a gasolina u otro combustible líquido).
- Para los vehículos menores de las categorías L3 a L5 : Si el vehículo no se ha podido probar por falta del adaptador de escape correspondiente se presume aprobado y se deberá registrar el modelo y la entidad encargada de la prueba deberá informar al Ministerio de Transportes y Comunicaciones de esta situación para los fines correspondientes. - Los vehículos menores que son destinados exclusivamente al uso fuera del SNTT (Sistema Nacional de Transporte Terrestre) y los vehículos menores de competencia

están exonerados del cumplimiento de los LMPs correspondientes. Estos vehículos no podrán ser inmatriculados y no deben circular por la vía pública.)

- **Procedimiento de medición:**
  - El escape debe permitir el ingreso de la sonda de medición al escape a una profundidad mínima de 0,30 metros (Norma OIML R 99-1, artículo 6.1 .2), la verificación de humo se hará en una forma visual, permitiéndose solamente la emisión de humo blanco de vapor de agua. En el caso de motores de cuatro tiempos con exceso de humo azul, no se mide las emisiones para proteger los analizadores. Solo para vehículos menores de las Categorías L3 a L5, se deberá instalar el adaptador correspondiente al tipo de escape del vehículo. Si el vehículo tuviera un escape múltiple, pero sin conexión entre cada una de las salidas, se procederá a realizar la prueba para cada una de las salidas, si hubiera conexión entre cada salida, se deberá instalar un adaptador que junte los gases de todos los escapes en uno sólo, específico para este caso. De no contarse con el adaptador correspondiente, el vehículo debe ser probado en forma visual solamente (emisión excesiva de humo negro o azul), ya que no se puede realizar la medición de las emisiones.
  - En ralentí a revoluciones mínimas (solo para vehículos menores de las Categorías L3 a L5): Efectuar una aceleración encima de

2,500 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Si se observa emisión de humo negro o azul, (solo para motores de cuatro tiempos) y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición y se deberán dar por rebasados los Límites Máximos Permisibles. Los motores de dos tiempos emiten una cantidad normal de humo azul en su proceso y solamente se deberá darpor rebasados los LMPs si la cantidad de humo azul es excesiva. Se procede a desacelerar el motor del vehículo a las revoluciones mínimas especificadas por su fabricante (no mayor a 1,500 revoluciones por minuto) y se inserta la sonda del equipo al tubo de escape, manteniéndolo así durante un minimo de 30 segundos. Una vez estabilizadala lectura, se procede a su registro.

Para su desarrollo se gestionó el apoyo del taller de inspección de técnica vehicular JARPEL S.A.C para el uso de sus equipos de medición

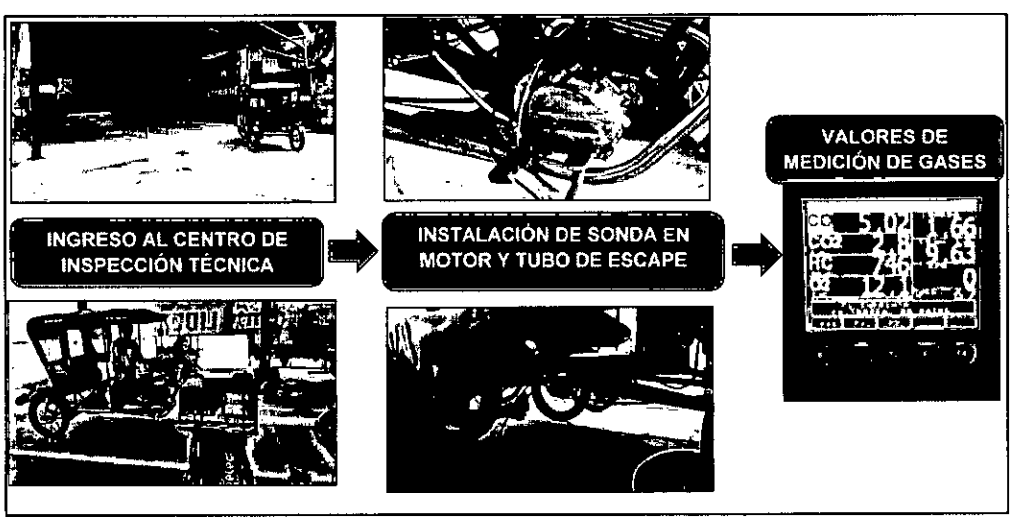


Figura 19 Proceso de medición de gases
Elaboración propia

3.5.4. Medición de consumo energético y proyección de kilogramos de dióxido de carbono emitido

Para cada uno de los casos se tomaron distintos medios para estimar el consumo energético y la producción de kilogramos de dióxido de carbono producido:

3.5.4.1. Motor de combustión interna:

A partir de las encuestas ser calculó el consumo medio en soles y en base al precio del mercado, se convirtió a volumen en litros por día.

Posteriormente a través de la fórmula química de combustión de la gasolina se determinó la cantidad de kilogramos de dióxido de carbono por litro:

Se realizó la conversión a kilogramos por galón, y posteriormente se proyectó por la cantidad de mototaxis existentes y finalmente la generación anual.

3.5.4.2. Motor de eléctrico

El consumo energético del motor eléctrico se determinó por la cantidad de baterías utilizadas. En este caso el prototipo cuenta con ocho (8) baterías cuyas características son:

VOLTAJE: 12V AMPERAJE: 70 Ah

La potencia requerida por cada batería se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Watts = Voltaje \times Amperaje$$

12 (voltios) X 70 (amperios) = 840 watts =0.840 Kilowatts

Tiempo de carga estipulado para las 8 baterías: 8 horas

Energía consumida:

$$Energía\ (kW.h) = Potencia(kW) * Tiempo\ (h)$$

0.840 Kw * 8 horas =6.72 Kwh

Cuando uno recarga una batería, aparecen otros consumos que también deben considerarse:

1) Fluctuaciones de la red de energía.
2) Eficiencia de la recarga.
3) Consumo del cargador mismo.

Todo lo anterior demanda un incremento de potencia de hasta un 50%. Dependerá por ejemplo del tipo de cargador del que se dispone y del modo de carga que se emplee. Para nuestro caso, podemos decir que la potencia será de:

6.72 Kwh*1.5= 10.08 Kwh

Factor de conversión de emisiones del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) : **0.569 TCo2 / Mwh** (FONAM, 2010)

0.569 TCO2 → MWh

X → 10.08 kWh

$$x = \frac{0.569\ \mathrm{T\ CO2}\ *\ 10.08\ \mathrm{kWh.}}{\mathrm{MWh}} * \frac{10^3 * KgCO2}{TCO2} * \frac{MWh}{10^3 * kWh}$$

$$\mathbf{x = 5.735\ Kg\ CO2}$$

Por lo tanto la recarga diaria de un mototaxi eléctrico con 8 baterías mediante el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional sería equivalente a producir **5.735 Kg de CO2**.

Proyectando en relación a la cantidad de mototaxis registrados en el distrito de Yarinacocha, de cambiar su sistema por un motor eléctrico podríamos estimar lo siguiente:

$$18{,}234\ \text{mototaxis} * \frac{5.735\text{Kg CO2}}{\text{mototaxi} * \text{día}}$$

$$\frac{\mathbf{104,571.99\ Kg\ CO2}}{\mathbf{día}}$$

Para la proyección de potencial de producción anual en el distrito de Yarinacocha: Se tomó en cuenta los días a la semana trabajados por los mototaxistas, resultado del proceso de encuestas igual a 25.27 días al mes (Tabla 17 – anexos)

$$\frac{104{,}571.99\ \text{Kg CO2}}{\text{día}} * \frac{25.27\ días}{mes} * \frac{12\ meses}{año}$$

$$\frac{31'710{,}410.25\ \text{Kg CO2}}{\text{año}}$$

$$\frac{\mathbf{31,710.41Tn\ CO2}}{\mathbf{año}}$$

3.6. Tratamiento de Datos

3.6.1. Procesamiento de los Datos

Los datos se procesaron mediante el software de MS EXCEL, con el cual se hicieron los cálculos respectivos y se determinaron los resultados mediante cuadros, tablas y diagramas, de acuerdo a las variables determinadas previamente.

3.6.2. Análisis de Datos

Se utilizó el software SPSS para determinar y analizar la varianza según Tukey de acuerdo a los resultados obtenidos

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Determinación de los niveles de concentración de emisiones de gases de un mototaxi con motor de combustión interna del distrito de Yarinacocha

4.1.1. Análisis descriptivo de mediciones de niveles de concentración de gases

Tabla 9

Análisis descriptivo niveles de concentración de gases

		CO % VOL	*CO2 % VOL*	*HC PPM VOL*
N	Valores	14	14	14
	Perdidos	0	0	0
Media		3,7093	4,2214	874,9286
Mediana		3,6700	3,6000	418,5000
Moda		,34[a]	2,80	130,00[a]
Desviación estándar		1,91818	2,00353	1572,42294
Mínimo		,34	2,60	130,00
Máximo		7,64	9,80	6260,00
Suma		*51,93*	*59,10*	*12249,00*

Elaboración propia – Procesado con SPSS Stadistics ®

La tabla 9 muestra los valores estadísticos de las mediciones de gases, registrando medias de 3,709 %Vol CO, 4,221 %Vol CO2 y 874,93 ppm HC, así también se registraron valores máximos de 7,64 % Vol CO, 9,8 %Vol CO2 y 6260 ppm HC.

Comparando con investigaciones similares, Toledo (2016) en Ecuador y Giraldo & Toro (2008) en Colombia, en cuanto a %Vol CO, encontraron 3.68% y 3,84% en estado inicial; respectivamente resultando valores similares con el obtenido en el presente estudio (3,709%), sin embargo, luego de la

calibración del motor Giraldo&Toro obtuvieron un valor de 2,78%. Es decir, el %Vol CO se mantiene constante en promedio en el funcionamiento de un motor de 4 tiempos y probablemente pueda reducirse con un adecuado mantenimiento.

En cuanto a HCppm, Toledo obtuvo un 472.4 ppm, mientras que Giraldo&Toro obtuvieron 841ppm en estado inicial, similar al obtenido en el presente estudio (874.93 ppm) y 685 luego de la calibración acercandose al valor obtenido por Toledo. Probablemente, esta variación en los valores puede deberse a la calidad de combustible, condiciones de altura, condiciones de uso, estado del motor y tipo del vehículo analizado (mototaxis versus moto lineal).

Finalmente en cuanto %Vol de CO2, Toledo obtuvo un valor de 5.34%, mientras que Giraldo&Toro obtuvieron 7,41% y luego de la calibración del motor 8,32%, observando que ambos valores son mayores a lo obtenido en el presente estudio (4.2%), presumiendo que el aumento del %CO2 se debe a una combustión más eficiente y completa como se aprecia en los resultados de Giraldo&Toro luego de la calibración del motor.

4.1.2. Comparación con límites máximos permisibles según legislación vigente

Tabla 10
Análisis descriptivo niveles de concentración de gases

Variables	LMP* (A)	Valor promedio (B)	Excedente al LMP (B-A)/A	Valor máximo (C)	Excedente al LMP (C-A)/A
%Vol CO	4,5	3,79	-16%	7,64	70%
Ppm HC	2000	874,92	-56%	6260	213%

Nota: *LMP:Límite máximo permisible DS- 009-2012-MINAM
Elaboración propia

La tabla 10 muestra la comparación de los valores promedio y máximo en relación a la legislación vigente, los valores promedio están dentro de los límites pues no excede los LMP (color verde), sin embargo existen valores máximos que exceden los LMP, 70% en % Vol CO y 213% en HC ppm (color rojo). La concentración de %CO2 no está considerada dentro de los LMP en la legislación peruana. Al respecto de los NOx, en correspondencia con lo indicado por Crouse&Anglin (1992) citado por Toledo Montaleza (2016), concluyen que en los gases de escape aparecen emisiones de HC y CO, a causa de la combustión incompleta de la gasolina en los cilindros del motor y la alta temperatura de combustión produce óxidos de nitrógeno (NOx). Los automóviles tienen que cumplir normas de emisión relativa a los tres contaminantes (HC, CO y NOx); sin embargo, las emisiones totales de NOx de todas las motocicletas son tan pequeñas que las autoridades competentes no establecen normativas correspondientes, dada su baja significancia.

Tabla 11
Frecuencia % Vol. CO

Valores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	% respecto al LMP (4,5%)
0,34	1	7,1	7,1	7,1	
0,71	1	7,1	7,1	14,3	
2,80	1	7,1	7,1	21,4	
2,86	1	7,1	7,1	28,6	
3,02	1	7,1	7,1	35,7	
3,04	1	7,1	7,1	42,9	78.6%
3,09	1	7,1	7,1	50,0	
4,25	1	7,1	7,1	57,1	
4,30	1	7,1	7,1	64,3	
4,39	1	7,1	7,1	71,4	
4,40	1	7,1	7,1	78,6	
4,89	1	7,1	7,1	85,7	
6,20	1	7,1	7,1	92,9	21,4%
7,64	1	7,1	7,1	100,0	
Total	14	100,0	100,0		

Elaboración propia – Procesado con SPSS Stadistics ®

La tabla 11 muestra las mediciones tomadas, resaltando el límite por debajo del LMP (4,5%), observando que el porcentaje acumulado alcanza el 78,6%, siendo un 21,4% los valores que exceden los LMP.

Tabla 12

Frecuencia % Vol. CO2

Valores	*Frecuencia*	*Porcentaje*	*Porcentaje válido*	*Porcentaje acumulado*
2,60	1	7,1	7,1	7,1
2,80	2	14,3	14,3	21,4
2,90	1	7,1	7,1	28,6
3,10	1	7,1	7,1	35,7
3,30	1	7,1	7,1	42,9
3,50	1	7,1	7,1	50,0
3,70	1	7,1	7,1	57,1
3,80	1	7,1	7,1	64,3
3,90	1	7,1	7,1	71,4
4,20	1	7,1	7,1	78,6
5,90	1	7,1	7,1	85,7
6,80	1	7,1	7,1	92,9
9,80	1	7,1	7,1	100,0
Total	14	100,0	100,0	

Elaboración propia – Procesado con SPSS Stadistics ®

La tabla 12 muestra la frecuencia de las concentraciones en Vol %CO_2, cuyos valores no se encuentran regulados dentro de los LMP para vehículos categoría L3 a L5, no obstante por lo observado en los resultados de Giraldo&Torres (2008) luego de la calibración de un motor de 4 tiempos, el % CO_2 aumenta asumiendo que se debe a una mejor combustión, es decir, los resultados de la tabla 8 muestran que el 78,6% de los valores del presente estudio se encuentran debajo del 4% Vol CO_2, presumiendo que los mototaxis evaluados tenían una combustión deficiente.

Tabla 13
Frecuencia HC ppm

HC PPM					
Valores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	% respecto al LMP (2000 ppm)
130,00	1	7,1	7,1	7,1	
168,00	1	7,1	7,1	14,3	
199,00	1	7,1	7,1	21,4	
229,00	1	7,1	7,1	28,6	
283,00	1	7,1	7,1	35,7	
321,00	1	7,1	7,1	42,9	
404,00	1	7,1	7,1	50,0	92.9%
433,00	1	7,1	7,1	57,1	
647,00	1	7,1	7,1	64,3	
653,00	1	7,1	7,1	71,4	
717,00	1	7,1	7,1	78,6	
822,00	1	7,1	7,1	85,7	
983,00	1	7,1	7,1	92,9	
6260,00	1	7,1	7,1	100,0	7,1%
Total	14	100,0	100,0		

Elaboración propia

El tabla 13 muestra que el 92,9% de los valores tomados están por debajo del LMP (2000 ppm), considerando que el único dato que excede, es debido a una falla mecánica (motor que consume aceite por anillos desgastados u otra falla similar). En similitud con el estudio de Toledo Montaleza (2016) pocas muestras sobrepasan los 2000 ppm.

Chen *et. Al* (2003) indican que en comparación con otros estudios, "existen distintos factores como las características de las pistas, el volumen el tráfico, el tipo de vehículo, las condiciones de manejo y el comportamiento del conductor pueden afectar los niveles de emisiones de motocicletas en situaciones de manejo reales".

4.2. Determinación y comparación de generación de Kg CO2 en base a la fuente y consumo energético entre un mototaxi con motor de combustión interna y un mototaxi con motor eléctrico

4.2.1. Estimación de generación de Kg CO2 en base a la fuente y consumo energético del mototaxi con motor de combustión interna.

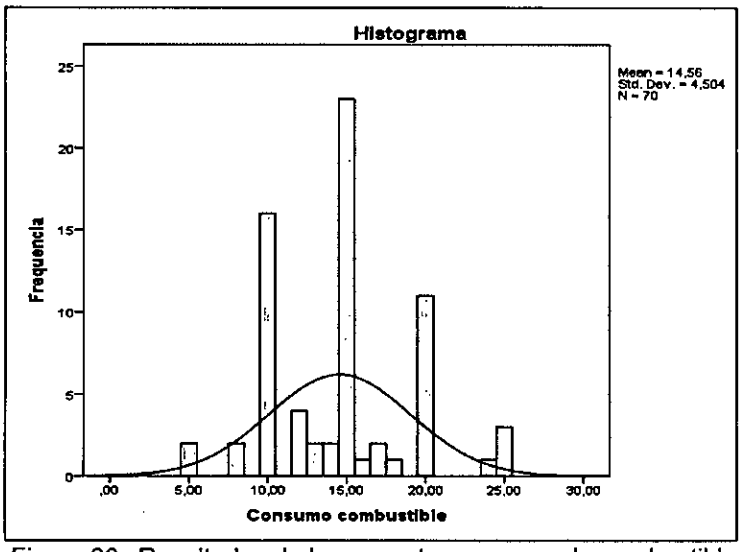


Figura 20 Resultados de la encuesta: consumo de combustible
Elaboración propia

En la figura 20 se puede apreciar la dispersión de los datos obtenidos de las encuestas, pudiendo observar una tendencia central y dos paralelas. Procesando los datos se obtuvo un valor promedio de consumo de **S/.14.56 de combustible al día**, fluctuante de acuerdo al tiempo de trabajo del mototaxista y así también de acuerdo al precio del combustible, siendo otras dos tendencias el consumo de S/.20.00 y S/.10.00, esto se debe también a la intensidad de trabajo de los mototaxistas, pudiendo observar también un valor máximo de S/. 25.00 y un mínimo de S/. 5.00.

Así también, según el estudio de Chen *et. al* (2003), "el consumo de combustible en centros urbanos es un 30% más alto que en las zonas urbanas".

Se determinó que el tipo de combustible predominante para el caso de los mototaxis es gasolina, la cual se comercializa regularmente en 2 tipos de acuerdo a su octanaje: 84 octanos y 90 octanos.

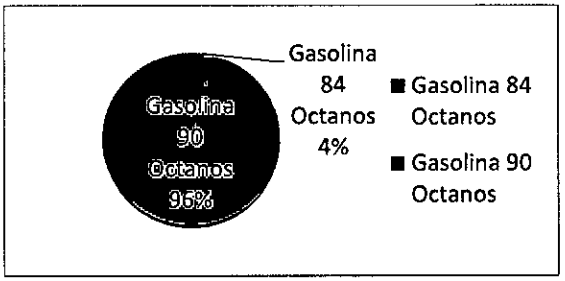


Figura 21 Tipo de combustible utilizado
Elaboración propia

En el figura 21 se puede apreciar una mayor preferencia por la gasolina de 90 octanos, la cual, los entrevistados manifiestan, es mucho más limpia y contiene menor cantidad de impurezas que comúnmente obstruyen el carburador y la manguera de combustible.

Para determinar la cantidad de combustible utilizado, se tomó como referencia el precio comercial de la gasolina de 90 octanos, el cual varia de acuerdo al mercado internacional, así como también varían entre las distintos centros de venta (grifos). Según referencias de OSINERGMIN, (2017), en el Distrito de Yarinacocha, en Enero de 2017, el precio de combustible osciló desde S./ 8.50 hasta S./ 10.01 en los distintos grifos, aproximadamente S/. 9.00 por galón (S/. 9.25 por galón).

$$\text{N° Galones Utilizados} = \frac{S/.15.00\ /\ dia}{\frac{S/.\ 9}{Gl}} = \mathbf{1.67}\frac{\mathbf{gl}}{\mathbf{dia}}$$

De acuerdo a la fórmula de combustión química:
Cálculo químico de emisión de CO2 por combustión de Gasolina muestra que **1 litro de gasolina produce 2.22 kg de CO2.**

Conversión litros a galones:

1 galón USA = 8.4027 Kg CO2

Entonces:

Kg CO2 producidos al día por unidad móvil=

$$\frac{1.67\ galón}{día} * \frac{8.4027\ KgCO_2}{galón} = 14.033\ \text{Kg CO2/día}$$

De acuerdo a los registros de **Sunarp (2015),** en el distrito de Yarinacocha se encuentran registrados hasta *marzo 2016*: **18,234 Mototaxis.**
Pudiendo proyectar lo siguiente:

$$18{,}234\ \text{mototaxis} * \frac{14.033\ \text{Kg } CO_2}{\text{mototaxi*día}} = 255{,}877.722\ \text{Kg } CO_2\ \text{/día}$$

Proyección de potencial de producción anual en el distrito de Yarinacocha: Se tomará en cuenta los días al mes trabajados por los mototaxistas (Tabla 17 anexos)

$$\frac{255,877.72\ \text{Kg } CO_2}{\text{día}} * \frac{25.27\ \text{días}}{\text{mes}} * \frac{12\ \text{meses}}{\text{año}} = 77'\ 592{,}360.42\ \text{Kg } CO_2\ \text{)/año}$$

Transformando de Kilogramos a Toneladas: **77,592.360 Tn CO_2/año**

4.3. Estimación de generación de Kg CO2 en base a la fuente y consumo energético del mototaxi con motor eléctrico

La energía consumida por las baterías del mototaxi eléctrico para una carga completa de 8 baterías es: 6.72 kW.h, al costo de S/. 0.5856 por kW.h especificado por el tarifario de Electro Ucayali (Octubre 2016), siendo el costo de carga diaria de S./ 3.935 para un recorrido de 100 Km.

El mototaxi del proyecto "Validación Técnica y económica del mototaxi eléctrico en la ciudad de Pucallpa" ha sido diseñado para conectarse al suministro eléctrico domiciliario. De recargarse las baterías a través de la energía eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) generaría emisiones indirectas, que pueden calcularse a través del factor de conversión de emisiones: 0.569 TCo2 / MWh (Banco Mundial, 2010)

Determinando que la recarga diaria de un mototaxi eléctrico con 8 baterías mediante el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional sería equivalente a producir **5.735 Kg de CO2/día**.

Si los mototaxis actuales del distrito de Yarinacocha tuvieran motor eléctrico podríamos estimar que emitirían:

$$\frac{\mathbf{104,571.99\ Kg\ CO2}}{\mathbf{día}}$$

La proyección de potencial de producción anual en el distrito de Yarinacocha trabajados por los mototaxistas, calculada en base a los días trabajados al mes

$$\frac{\mathbf{31,710.41Tn\ CO2}}{\mathbf{año}}$$

Debiendo añadir que de utilizarse una fuente de energía renovable para la recarga de las baterías, las emisiones se reducirían completamente.

Minguela Benito (2016) en el estudio "Diseño eléctrico y electrónico de una motocicleta eléctrica infantil 2x2", encontró que el gran problema que tiene el motor eléctrico, para sustituir al de combustión interna, es la capacidad de acumulación de energía eléctrica, ya que es muy baja en comparación con la capacidad de acumulación de energía en forma de combustible. Alrededor de 1 kg de baterías puede almacenar tanta energía como unos 20 gramos de combustible, lo que supone una barrera tecnológica importante". En el Perú "los vehículos eléctrico han empezado a incorporarse a partir del 2010", según AIMA-PERU (2014), no obstante aún no hay mucha difusión e iniciativas de puntos de recarga (PDR) que limitan el recorrido de las motos a las zonas urbanas, más aún en el Distrito de Yarinacocha en donde muchos recorridos atraviesan zonas rurales.

Miguelas menciona que "hoy en día, por primera vez, se dan todas las condiciones que posibilitan la electrificación del sistema de transporte: En primer lugar el desarrollo de las baterías de ión-litio y otros materiales, que permiten la "autonomía necesaria" y en segundo lugar el desarrollo de las energías renovables, que suministran electricidad necesaria sin emisiones de CO2 ni otros contaminantes perjudiciales para los seres vivos y a un coste inferior que el de la gasolina o gasóleo", que para el caso del proyecto de Ecoenergy S.A.C., se espera precisamente ir mejorando la eficiencia del mototaxi eléctrico con baterías de ión-litio, más livianas y de mayor capacidad. Así como el suministro de energía a través de fuentes renovables.

Finalmente concluye que "los vehículos eléctricos de hoy en día pueden llegar a autonomías medias del orden de 160 km, que es mucho menor que lo que se

recorre con un depósito de gasolina, pero es una distancia relativamente superior a la que se suele recorrer en una ciudad diariamente".

Dato que no ha podido ser corroborado en el presente estudio, dado que ninguno de los mototaxistas entrevistados tiene control real sobre los kilometros que recorre al día, en vista que se basan en el consumo de combustible expresado en Nuevos Soles, y a su vez los "odometros" de los mototaxis se encontraban averiados en general. A manera referencial para obtener los kilometros recorridos se debería calcular a través del rendimiento de kilometros recorridos por galon de combustible especificados por el fabricante, siendo Honda y Lifan las marcas de mayor frecuencia (anexo 8.1.1), no obstante no figuran descripciones de su rendimiento en sus fichas técnicas. Se tienen datos referenciales en motocicletas lineales, como lo expresado en el estudio de (Giraldo Aristizabal & Toro Gomez, 2008) de acuerdo a las especificaciones del fabricante expresadas en rendimiento de Km/gal , una moto Honda con motor de 4 tiempos de 125cc tiene un consumo teórico de 140km/gal, pudiendo referenciar por los *1.65 gal/dia* de consumo, se tendría un recorrido de **231 km**.

No obstante se presume que el rendimiento de kilometros por galón para un mototaxi debe ser menor, dado el esfuerzo que tendrá que hacer el motor por el aumento de peso (chasis, chofer, tres pasajeros y carga). Según las encuestas a mototaxistas obtenidas por (Ecoenergy S.A.C., 2015) , el 40% expresa que recorren 100 a 200km dia y el 50% expresa emtre 230 a 300 km

4.4. Determinar y comparar los niveles de ruido entre un mototaxi con motor de combustión interna y un mototaxi con motor eléctrico

4.4.1. Análisis de resultados de mediciones en mototaxis con motor de combustión interna

4.4.1.1. Medias y significancias

Tabla 14

Análisis descriptivo de mediciones de ruido en mototaxi de combustión interna

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% Intervalo de confianza de la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Marcha en neutro	30	**70,7500**	3,35135	,61187	69,4986	72,0014	65,70	77,60
Primera marcha	30	**78,0433**	5,36873	,98019	76,0386	80,0480	67,50	86,90
Tercera marcha	30	**80,9367**	4,86518	,88826	79,1200	82,7534	70,00	89,20
Total	90	76,5767	6,27223	,66115	75,2630	77,8904	65,70	89,20

Elaboración propia

Como indica la tabla 13, de acuerdo a las mediciones realizadas en tres tipos de "Marchas" o cambios se encuentran tres medias muy diferenciadas como son: **marcha en neutro 70.75 dB, primera marcha 78.04dB y tercera marcha 80.9dB** pudiendo mencionar que el **valor máximo encontrado es 89.2 dB** como LAeq (considerando que los datos evaluados en el SPSS son lecturas equivalentes LAeq, el valor Lmax máximo registrado como durante las pruebas asciende a **94.5dB** (Tabla 19 – anexos)

4.4.1.2. Análisis de dispersión.

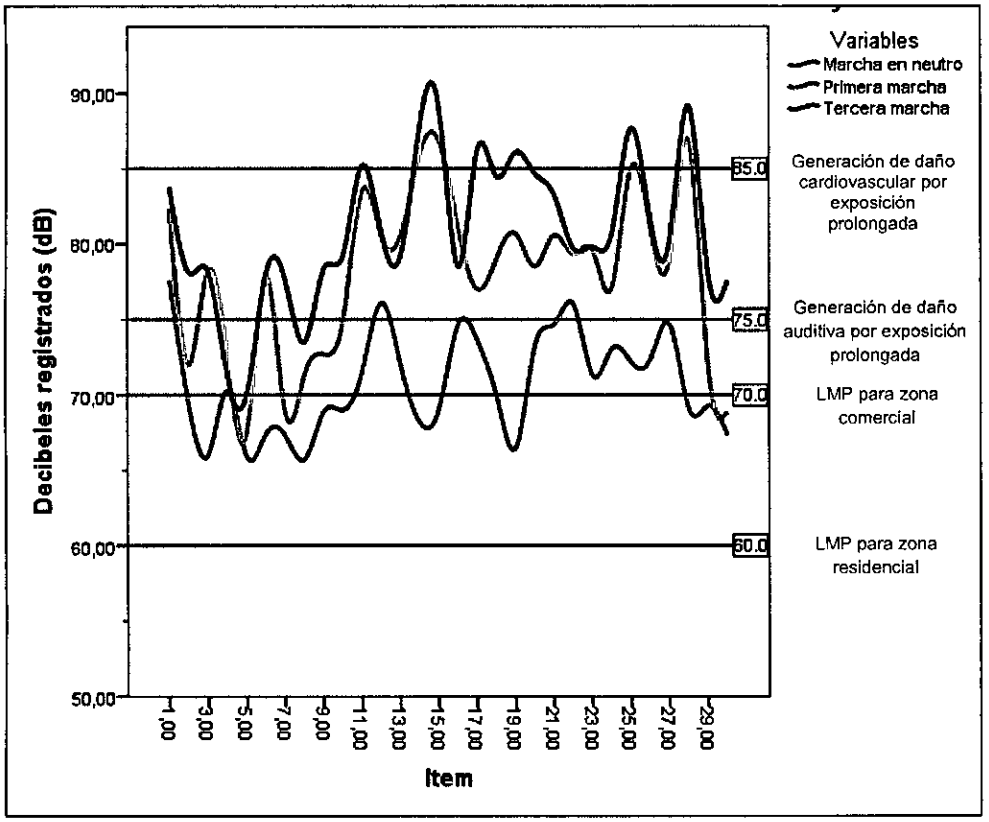


Figura 22 Medición de niveles de ruido de mototaxi con motor de combustión interna – Mayo 2016
Elaboración propia

La figura 22 muestra la dispersión de los niveles de ruido de acuerdo a los cambios o "marchas" del motor. Así también el límite ECA (**70 dB**) para zona comercial y los límites de afectación a la salud: riesgo de daño auditivo **>75dB** por tiempo sostenido, afectación cardiovascular **>85dB**. Pudiendo observar que el aumento de "marchas" o "cambios" tiene influencia directa en el aumento de los decibeles, es decir que los niveles de ruido aumentaran en relación al aumento de las revoluciones, pudiendo suponer que en los puntos estacionarios, como cruces con semáforos, el ruido de los mototaxis será elevado dado el arranque y aumento de cambios de neutro en adelante.

4.4.1.3. Análisis de frecuencia

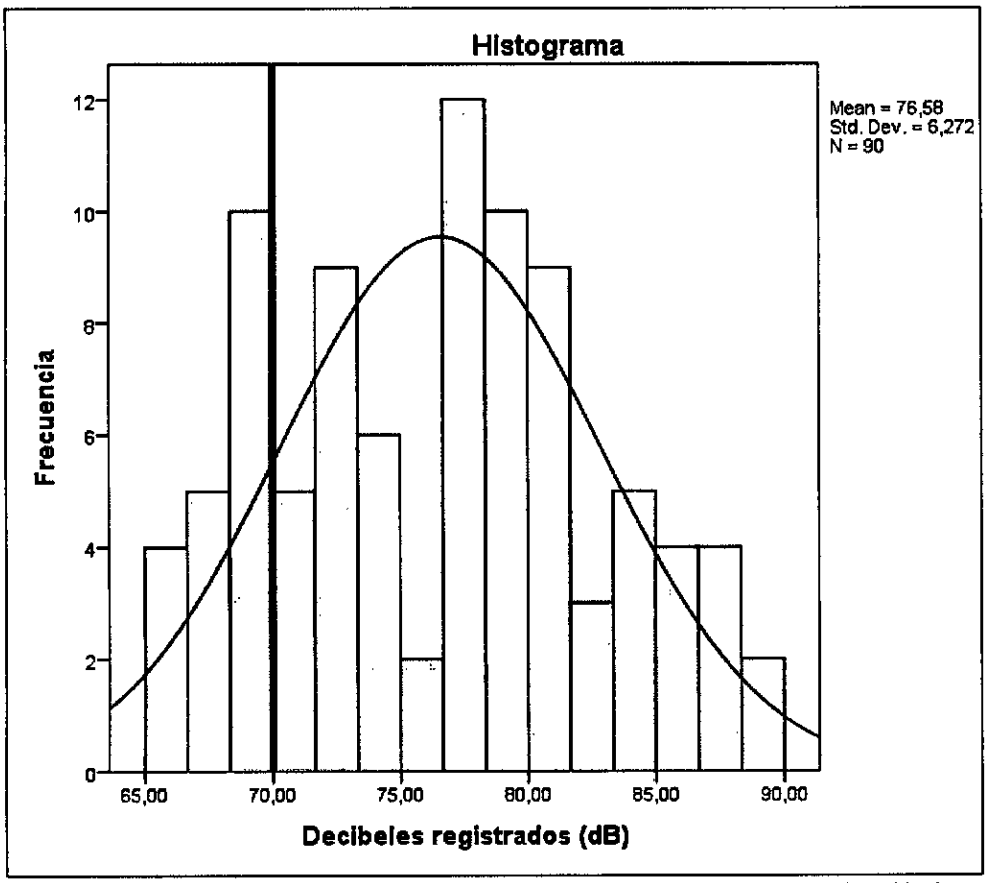


Figura 23 Histograma de mediciones de ruido registradas en el motor de combustión interna
Elaboración propia

La figura 23 muestra la frecuencia de los niveles de ruido registrados durante el total de mediciones, lo cual podríamos comparar con el funcionamiento normal de un mototaxi alternando entre sus distintas marchas (o cambios). Se puede apreciar que la mayor parte de las mediciones supera los **70 dB**, considerando que la media es **76,58dB.**

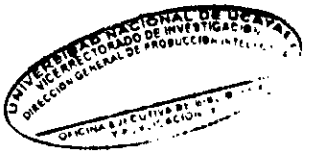
Así también como se puede apreciar en el anexo 8.2.1. las mediciones por debajo de los 70 dB sólo representan el **21.1 %**, por lo tanto el **78.9%** de las mediciones exceden el límite. Del mismo modo **56%** de las mediciones exceden los **75dB**, siendo el umbral de riesgo de pérdida auditiva.

En comparación con estudios anteriores, Mozombite & Roncal, (2015) , determinaron un promedio de 77.61 dB en su estudio realizado en el distrito de Callería, superior en 1.1dB del valor obtenido en éste estudio, siendo un valor que va acorde con estudios de combinación de decibeles en los cuales "los decibeles aumentan entre 1 a 3 dB de acuerdo a la cantidad de fuentes de ruido similares" (NIOSH), que en relación al resultado obtenido en éste estudio 76.57 dB (por unidad móvil) podría ser superado fácilmente dado que Mozombite & Roncal, realizaron el estudio en puntos de concentración en horas punta, registrando valores en base a 66,000 vehículos, siendo mototaxis el 60%.

En un estudio similar, León (2012), encontró un promedio de 70.94 dB, menor en 5dB al promedio de nuestro estudio, siendo un valor menor dado que se promedia de los resultados de todo el distrito de Callería, siendo también una medición de ruido ambiental que depende de la frecuencia de transito de los mototaxis. Una referencia similar en la ciudad de Juanjui, Departamento de San Martin, obtenida por el estudio de Rengifo Pinedo (2011) identifica que "la unidad móvil que mayor frecuencia de transitabilidad son los motokar, seguido de las motos lineales", obteniendo valores desde 70.49 a 95.59 dB. Por lo que determinamos que los niveles de ruido excesivos son propios del funcionamiento del mototaxi y superan los ECA para ruido en zona residencial (60dB) y comercial (70dB) los cuales se presume incrementaran en puntos de gran afluencia de vehículos, afirmación que debe ser corroborada, dado que Rengifo Pinedo menciona que "no se ha encontrado una relación directa entre la cantidad de vehículos que circulan en su ciudad y los niveles de ruido, dado

que en sus puntos de monitoreo se muestran que no necesariamente en donde hubo mayor cantidad de vehículos existió un mayor nivel de ruido".

Los tres estudios mencionadas tomaron datos desde puntos estacionarios durante el tránsito de los vehículos, por lo que tienen valores o promedios inferiores al presente estudio, el cual midió los niveles de ruido directamente a 1 metro de distancia del motor, esto permite adicionar que aparte del efecto ambiental, el uso prolongado del vehículo puede producir alteraciones en la salud del conductor por la exposición prolongada (10 horas o más) a niveles de ruido elevados (Ver tabla 4 y punto 2.10.9)



4.4.2. Análisis de resultados de mediciones en mototaxis con motor eléctrico.

4.4.2.1. Medias y significancias

Tabla 15
Análisis descriptivo de mediciones de ruido en mototaxi eléctrico

	N	Media	Desviación Estandar	Error estandar	95% Intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
E-Eco	5	66,58	,77910	,34843	65,6126	67,5474	65,80	67,70
E-Normal	5	66,60	,21213	,09487	66,3366	66,8634	66,40	66,90
E-Buzz	5	67,22	,70498	,31528	66,3446	68,0954	66,10	67,90
Total	15	66,80	,65027	,16790	66,4399	67,1601	65,80	67,90

Fuente: Elaboración Propia (SPSS22)

La tabla 15 muestra los resultados del análisis estadístico de los niveles de ruido para tres modalidades de uso del mototaxi eléctrico. Cabe resaltar que éste motor no cuenta con marchas o cambios, ya que el funcionamiento del rotor es directo de 0 a 40 km/h, no obstante cuenta con 3 modalidades de uso: Eco, Normal y Buzz, las cuales fueron medidas por separado, arrojando medias de: **Eco con 66.58dB, normal con 66.6 dB y Buzz con 67.22 dB**. Se indica también que el valor máximo registrado como Leq es **67.9 dB**. El valor Lmax máximo registrado asciende a **77.8d**

4.4.2.2. Análisis de dispersión

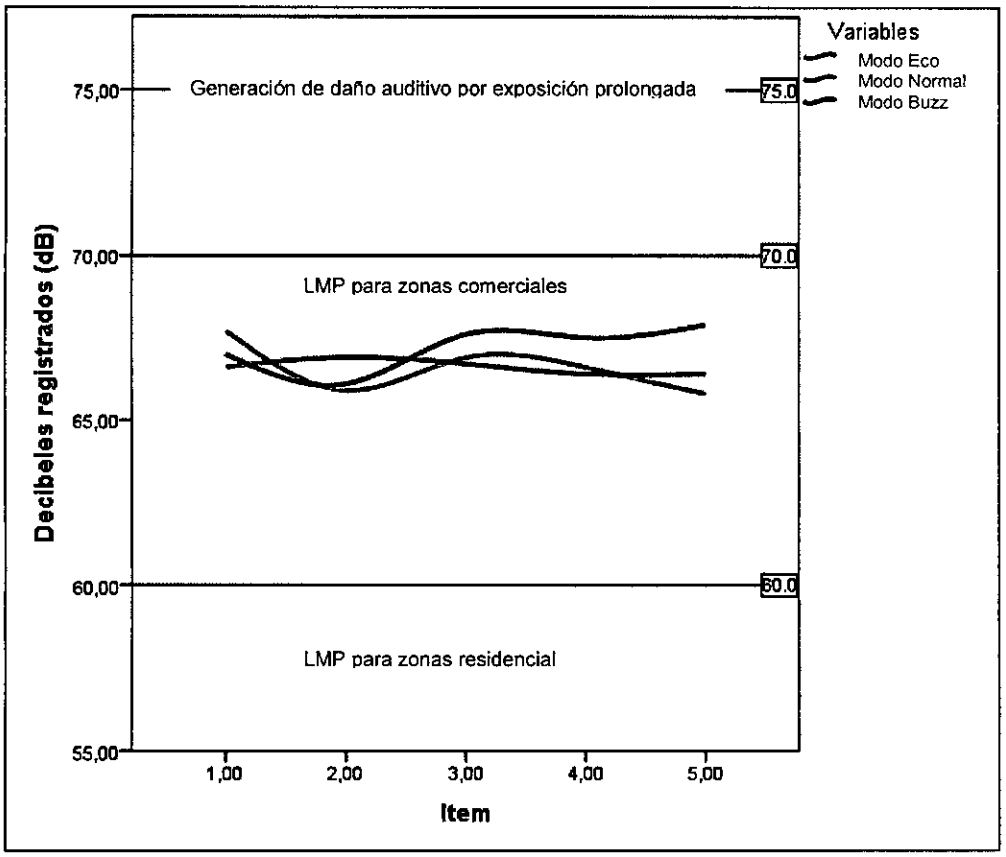


Figura 24 Medición de niveles de ruido de mototaxi con motor eléctrico Mayo 2016
Fuente Elaboración propia

El figura 24 muestra la dispersión de los niveles de ruido registrados de acuerdo a los cambios de Modo del motor eléctrico, (modo eco, modo normal y modo buzz). Así también se han indicado los límites establecidos en la revisión bibliográfica al respecto de ruido ambiental: **70 dB** para zona comercial y los límites de afectación a la salud: riesgo de daño auditivo **>75dB** por tiempo sostenido. Observando que se muestra un ligero aumento de los niveles de ruido a medida que se cambia el modo de la potencia del motor eléctrico, no obstante hay puntos en que los modos de más potencia producen menor ruido, por lo que se concluiría que no es significante en la generación de ruido, asumiendo que el incremento de ruido se deberá al aumento de revoluciones.

4.4.2.3. Análisis de frecuencia

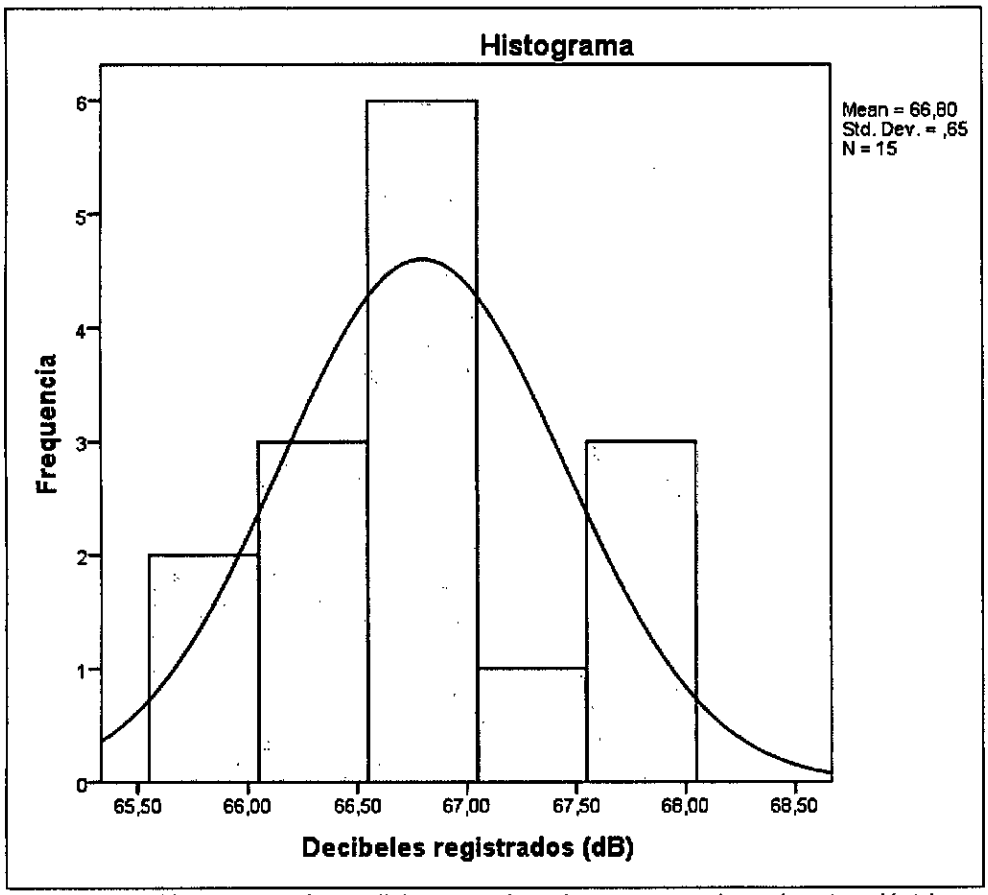


Figura 25 Histograma de mediciones registradas en general en el motor eléctrico
Elaboración propia

La figura 25 muestra la frecuencia de los niveles de ruido registrados durante el total de mediciones, lo cual podríamos comparar con el funcionamiento normal del mototaxi alternando entre sus distintos modos. Se puede apreciar que las mediciones registradas no superan los **70 dB (límite para zona comercial)**, considerando que la media es **66.80dB.** Estando muy por debajo de los límites que implican riesgo de daño auditivo **(>75dB).** Se presume que el motor eléctrico genera menor ruido dado que se elimina el proceso de explosión que posee el motor de combustión interna y reduce los movimientos de las piezas mecánicas, quedando netamente el ruido de los rotores

4.5. Comparación de kilogramos de dióxido de carbono y niveles ruido generados entre el mototaxi con motor de combustión interna y mototaxi con motor eléctrico

4.5.1. Generación de dióxido de carbono

Tabla 16

Generación de Kg CO2 del mototaxi con motor de combustión interna y mototaxi con motor eléctrico

	Mototaxi con motor de combustión interna	Mototaxi con motor eléctrico	Reducción emisiones por cambio de tecnología a eléctrica	Porcentaje de reducción por cambio de fuente energética
Generación Kg CO2 por mototaxi al día	14.03 Kg CO2 / día	5,74 Kg CO2 / día	8,29 Kg CO2 / día	**59.09%**
Estimación y proyección de generación de Kg Co2/ día en el distrito de Yarinacoha	255,877.722 Kg CO2 / día	104'571,99 Kg CO2 / día	151'305,73 Kg CO2 / día	
Proyección de generación de TnCO2 anual en el distrito de Yarinacocha	77,592.360 Tn CO2 / año	31'710,41 Tn CO2 / año	45'881,91 Tn CO2 / año	

Elaboración propia

En la tabla 15 se puede observar la generación de CO2 entre las dos tecnologías evaluadas, resaltando la generación diaria, a nivel de unidades existentes en el Distrito de Yarinacocha y la generación anual estimada para el distrito

Comparando los dos tipos de tecnologías, la generación de kilogramos de CO_2 de la tecnología actual se vería reducida en un **59.09%** al cambiar el motor por uno eléctrico, la reducción es de **8.29 Kilogramos de CO2 al día**, proyectándose a su vez como **45'881,91 Tn CO2 / año** reducción que podría incrementarse hasta un 100% si se utilizaran fuentes de energía renovables para la recarga de energía

4.5.2. Niveles de ruido registrados

Tabla 17

Comparación de medias de mediciones de ruido entre mototaxi con motor eléctrico y con motor de combustión interna

	Modo / Marcha	Mínimo	Máximo	Media	Media total
Mototaxi con motor eléctrico	Modo Eco	65,80	67,70	66,58	66.80
	Modo Normal	66,40	66,90	66,60	
	Modo Buzz	66,10	67,90	67,22	
Mototaxi con motor de combustión 5 interna	Marcha en neutro	65,70	77,60	70,75	76.57
	1era Marcha	67,50	86,90	78,04	
	3era Marcha	70,00	89,20	80,94	

La tabla 16 se puede apreciar las comparaciones de las mediciones de ruido entre el mototaxi con motor eléctrico y el mototaxi con motor de combustión interna. Inmediatamente se puede distinguir que efectivamente el mototaxi eléctrico genera menos ruido que el mototaxi con motor de combustión interna, pudiendo observar las medias de sus distintas modalidades 66.58dB, 66.6 dB y 67.22dB en el motor eléctrico, y 70.75dB, 78.04dB y 80.94dB en

cuanto al motor de combustión interna, así como las medias totales: **66.8 dB para el motor eléctrico** y **76.57 dB para el motor de combustión interna.**

Se añade también que éstos valores indican que **el mototaxi eléctrico está por debajo de los umbrales de los LMP (70 dB)** y **el límite de exposición de riesgo de daño auditivo (>75 dB)**, los cuales por el contario son sobrepasados totalmente por el mototaxi con motor de combustión interna.

Los resultados del presente estudio entran en concordancia con Miguellas (2016) quien menciona que "el vehículo eléctrico tiene la ventaja de no producir emisiones contaminantes locales, siendo importante en el entorno humano, así como a penas emitir ruido y vibraciones."

Así también se adiciona que los motores eléctricos:

- Son más flexibles en cuanto a la fuente energética, pues puede provenir de una fuente renovable u otra alterna sin depender necesariamente del petróleo.
- Son más eficientes que los motores de combustión interna
- Son más fiables y duraderos que los motores de combustión interna, así como también posee menos subsistemas que los hacen más fáciles de conducir y reducen los gastos de mantenimiento
- Son capaces de entregar potencia desde cero y una respuesta inmediata
- Se puede recuperar parte de la energía durante las desaceleraciones.

Se añade que el estudio no ha contemplado la evaluación de la generación de residuos de ambos equipos, lo que implicaría ampliar el estudio por ejemplo para los deshechos como: baterías, aceite quemado entre otros producto del cambio de repuestos.

Mencionando que si las baterías no son recicladas correctamente, plantean un riesgo al medio ambiente y a la salud humana

Gottesfeld P & Cherry C. (2011) en un estudio en la revista Energy Policy subraya la importancia de reciclar baterías de plomo-ácido de una manera correcta. La expansión de su uso y el reciclaje ineficiente conllevará a una contaminación con plomo.

Por otro lado los llamados Aceites Usados, de Desecho o Residuales y deben ser recogidos y reciclados para evitar la contaminación del medio ambiente y para preservar los recursos naturales. La eliminación del aceite usado por combustión solo o mezclado con fuel-oil, también origina graves problemas de contaminación, a menos que se adopten severas medidas para depurar los gases resultantes.

Los compuestos de cloro, fósforo, azufre, presentes en el aceite usado dan gases de combustión tóxicos. Los aceites no se disuelven en el agua , no son biodegradables , forman películas impermeables que impiden el paso del oxigeno y matan la vida tanto en el agua como en tierra , esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa o indirecta .

Los hidrocarburos saturados que contienen no son biodegradables (en el mar el tiempo de eliminación de un hidrocarburo puede ser de 10 a15 años).

V. CONCLUSIONES

1. Los niveles de concentración de emisiones de gases de un mototaxi con motor de combustión interna del distrito de Yarinacocha son: 3,709 %Vol CO, 4,221 %Vol CO2 y 874,93 ppm HC, valores que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles, que se dejarían de generar al implementar el mototaxi con motor eléctrico
2. El consumo energético de un mototaxi con motor de combustión interna del Distrito de Yarinacocha es1.67 galones de gasolina al día, emitiendo 14,033 Kg CO2/dia, haciendo un total de 77'592,36 tCO2/año emitido por los 18,234 vehículos registrados en el Distrito; mientras que para el mototaxi con motor eléctrico, consume 6.72 KWh, y emite indirectamente 5,74 Kg CO2/día, por ende de sustituirse el actual parque automotor por el mototaxi eléctrico la generación se reduciría en 45'881,91 Tn CO2 / año, lo que representa un 59.9% de las emisiones generadas por los mototaxis en el distrito, de abastecerse las baterías del mototaxi eléctrico por fuentes de energía renovable, reduciría las emisiones en un 100%
3. Los niveles de ruido de mototaxi con motor de combustión interna es 76.57 dB (oscilando entre 70.75dB hasta 80.94dB) y un mototaxi con motor eléctrico 66.8dB (oscilando entre 66.58dB a 67.22dB) con, lo que se demuestra que el cambio de fuente energética del mototaxi con motor de combustión interna por el motor eléctrico en el distrito de Yarinacocha proporciona las ventajas ambientales de: evitar la generación de gases derivados: CO, HC, H2S, NOx y NO2, reducir en un 59.9% de las emisiones de CO2 (hasta 100% si se usan fuentes de energía renovable) y reducir los niveles de ruido en 9.77 dB.

VI. RECOMENDACIONES

1. Ampliar el muestreo para poder dar más precisión a los datos de generación de emisiones y niveles de ruido del parque automotor actual, pudiendo extenderse a la estimación del total para la ciudad de Pucallpa, información a la que se podrá tener acceso en el centro de inspección técnica vehicular a partir de la vigencia de la disposición obligatoria para dichas empresas de transporte a partir del año 2017.
2. Las autoridades de Yarinacocha deberían tener en cuenta estos resultados para ampliar a detalle el presente estudio y complementarlo con aspectos sociales y económicos, implementando Ordenanzas que fomenten el uso los mototaxis eléctricos, con lo cual se estaría reduciendo en 10 dB, las emisiones de ruido, 59% de CO2.
3. Se requieren estudios adicionales sobre el desempeño en campo del mototaxi eléctrico, para las condiciones de la ciudad de Pucallpa respecto al terreno agreste, lluvias torrenciales, la potencia del motor. Requiriendo también monitorear el recorrido en km/día para implementar la cantidad de baterías adecuadas para mejorar la eficiencia.
4. Ampliar el estudio y comparar los impactos de los residuos sólidos provenientes de los repuestos y mantenimiento generados por ambos equipos para obtener una valorización más completa

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Acostas, J. (2010). Motorpasion.com. Obtenido de Motorpasion.com: https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-de-los-coches-electricos
2. AIMA-PERU. (30 de Abril de 2014). http://www.aimatech.com.pe. Obtenido de http://www.todomotos.pe/: http://www.todomotos.pe/evento/3053-motos-electricas-peru
3. Asfahi, C. R. (2000). Seguridad industrial y salud. En C. R. Asfahl, Seguridad industrial y salud. Mexico: PRENTICE HALL.
4. Banco Mundial. (2010). El Desarrollo Hidroeléctrico en el Perú. Obtenido de http://documents.worldbank.org/curated/en/754481468070132111/text/537190ESW0SPAN1electrico0en0el0Peru.txt
5. Chen, K., Wang, W., Chen, H., Lin, C., Hsu, H., Kao, J., & Hu, M. (Agosto de 2003). Motorcycle emissions and fuel consumption in urban and rural driving conditions (Emisiones de motocicletas y consumo de combustible en condiciones de manejo rural y urbana). (Sciencedirect, Ed.) Science of Total Environment, 312, 113 - 122. Recuperado el Noviembre de 2016, de http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00196-7
6. Crouse, W. H., & Anglin, D. L. (1992). Mecánica de la motocicleta. Madrid.
7. ECCI, T. (2014). Termodinamica ECCI. Obtenido de https://termodinamicaecci.wordpress.com/tercer-corte/ciclos-termodinamicos/ciclo-de-otto/
8. Ecoenergy S.A.C. (2015). Resultados de encuestas - Proyecto "Validación Técnica y económica del mototaxi eléctrico en la ciudad de Pucallpa". Pucallpa, Coronel Portillo, Perú.
9. Ecologistas en acción. (Noviembre de 2007). www.ecologistasenaccio.org. Obtenido de http://www.ecologistasenaccion.org/article9845.html

10. EPA. (20 de Noviembre de 2013). Unites States Environmental Protection Agency (EPA). Obtenido de http://epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases.html

11. Fitzgerald, A. K. (2003). Electric Machinery (Sexta ed.). Mc.Graw Hill.

12. FONAM. (2010). Herramienta para la estimación de reducciones de emisiones. Obtenido de http://www.fonamperu.org/general/mdl/herramienta.php

13. Gemmotors. (2015). gemmotors. Obtenido de http://gemmotors.si/tehnologija/gem-elektromotor/

14. Giraldo Aristizabal, W. A., & Toro Gomez, M. V. (2008). ESTIMACIÓN DE LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR MOTOCICLETAS EN EL VALLE DE ABURRA. DYNA, 75(156), 241-250. Recuperado el Diciembre de 2016, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532008000300024&lng=en&tlng=es.

15. Gottesfeld P & Cherry C. (2011) Lead Emissiones from solar photovoltaic energy systems in China and India. ELSEVIER, Energy Policy 39(2011) 4939-4946. Recuperado 20 de Octubre de 2016, de http://www.okinternational.org/docs/Energy%20Policy%202011%20Gottesfeld.pdf

16. Harding, S., & Rojesh, S. (2014). "Battery Rickshaws in New Delhi and the Regulation Conundrum". Economic and Political Weekly, 35.

17. Martinez, L. (2000). Termodinámica básica aplicada.

18. MINAM. (29 de Abril de 2010). Segunda Comunicación Nacional del Perú a la CMNUCC 2010. Lima: Minam. Obtenido de Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: http://www.cop20.pe/22723/cuales-son-los-principales-emisores-de-gases-de-efecto-invernadero-en-el-peru/

19. MINAM. (2012). D.S. N° 009-2012-MINAM-Modifican-DS-047-2001-MTC sobre LMP de emisiones contaminantes para Vehículos Automotores. Lima: República del Perú.

20. Minguela Benito, I. (2016). Diseño eléctrico y electrónico de una motocicleta eléctrica infantil 2x2. (U. d. Industriales, Ed.) Valladolid. Recuperado el 30 de Noviembre de 2016, de http://uvadoc.uva.es/handle/10324/17666

21. Miranda, J. R. (Junio de 2006). Ruido: Efectos Sobre la Salud y Criterio de su Evaluación al Interior de recintos. Chile.

22. Montes, P. (02 de Julio de 2014). El comercio. Obtenido de http://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/motos-electricas-futuro-mas-inteligentes-y-eficientes-noticia-1740097

23. Mozombite, G. A., & Roncal Diaz, J. J. (2015). Evaluación de la calidad del aire por influencia del parque automotor en el Cercado de Pucallpa Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, 2015. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali.

24. MTC. (2003). D.S. N°058-2003-MTC Reglamento Nacional de Vehículos. Lima: República del Perú.

25. OEFA. (Julio de 2011). Evaluación rápida del nivel de ruido ambiental en las ciudades de lima, callao, maynas, coronel portillo, huancayo, huánuco, cusco y tacna. Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Lima: OEFA.

26. OSINERGMIN. (Enero de 2017). Precio de Gasolina y Diesel en Estaciones de Servicio y Grifos formales. Obtenido de Facilito.gob.pe: http://www.facilito.gob.pe/facilito/actions/PreciosCombustibleAutomotorAction.do

27. Pacheco Lujan, W. (2007). Universidad Mayor de San Marcos. Obtenido de http://vrinvestigacion.unmsm.edu.pe/investigaciones/patente-de-invencion/316-mototaxi-accionada-por-un-motor-electrico-que-utiliza-energia-solar-y-otros-tipos-de-energia.html

28. PCM. (2003). D.S. 085-2003 Estandar Nacional de Calidad Ambiental de Ruido. Lima: República del Perú.

29. Petroperú. (2016). Variación del precio de combustibles: martes 26 de enero versus miércoles 20 de enero 2016 (nuevos soles por galón). Lima, Lima, Perú.

30. Quispe, E. (2011). Historia de la llegada del mototaxi al Perú.

31. Rengifo Pinedo, K. (2011). Influencia del tráfico vehicular en los niveles de inmision de ruidos en la ciudad de Juanjui-departamento de San Martin. Juanjui, San Martín, Perú. Recuperado el Noviembre de 2016, de http://tesis.unsm.edu.pe/xmlui/handle/11458/310

32. Smith, H. (1986). A History of Aircraft Piston Engines. SunFlower University Press.

33. sunearthtools. (2015). sunearthtools. Obtenido de http://www.sunearthtools.com/es/tools/CO2-emissions-calculator.php#contents

34. Toledo Montaleza, D. A. (Diciembre de 2016). Estudio de contaminación de motocicletas de 4 tiempos en la ciudad de Cuenca. Cuenca, Ecuador: Universidad politécnica Salesiana. Recuperado el Enero de 2017, de http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13160

35. UKAI. (2016). www.ukai.com. Obtenido de http://www.ukai.com/HGC5-1270-bateria-plomo-gel-serie-hgc5-12v-70ah/

36. Vallejos, M. (2008). biodisol. Obtenido de http://www.biodisol.com/cambio-climatico/tipos-de-gases-producidos-en-la-combustion-y-sus-consecuencias-energias-renovables-contaminantes-medio-ambiente-efecto-invernadero/

37. Vilmens. (2016). www.Vilmens.com. Obtenido de http://www.vilmens.com /mototaxis/ MOTOTAXIS-VR-125CG-CLASICO.html

VIII. ANEXOS

8.1 Modelo de encuesta

PROYECTO DE TESIS "VENTAJAS AMBIENTALES DEL CAMBIO DE FUENTE ENERGÉTICA ENTRE EL MOTOTAXI CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA Y EL MOTOTAXI CON MOTOR ELÉCTRICO"

FICHA DE MUESTREO

Fecha: _____

Nombre de Propietario: _____ Celular: _____

1. Año de fabricación _____ 2. Cilindrada: 125 ○ 150 ○

3. Marca:	Honda	Lifan	RTM	Zonghen	Otros:	
4. N° de Cilindro	Estándar	25	50	75	100	
5. Consumo combustible al dia (S/.)				6. Tipo Comb.	84	90

7. Frecuencia cambio de aceite: _____

8. Horas de trabajo al día:	TURNO MAÑANA	TURNO TARDE	TURNO NOCHE

9. Odometro ○

10. Km. Recorridos al día (Km/día)

Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5

11. DIAS DE TRABAJO A LA SEMANA L :: :: M :: :: M :: :: J :: :: V :: :: S D

_____

12. INGRESO DIARIO FERIA: _____ LÍQUIDO: _____

13. Bajada de motor Frecuencia: _____ Costo: _____

14. Sistema de arrastre Frecuencia: _____ Costo: _____

15. Garantías de alquiler de mototaxi _____

16. Dolencias o malestares _____

Página 1

Figura 26 Ficha de muestreo

8.2 Datos adicionales del procesamiento de la encuesta

8.2.1 Marca predominante según encuesta

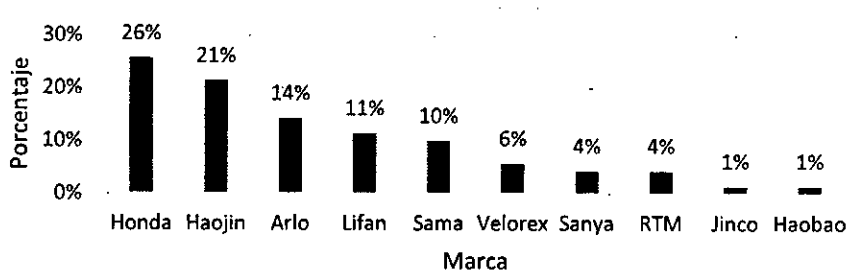


Figura 27 Marca de mototaxis predominantes en el distrito de Yarinacocha (2016)

La figura 27 resultado de la encuesta muestra que la marca predominante es Honda (26%) seguida de Haojin(21%) y Arlo(14%)

8.2.2. Marca predominante en registros públicos

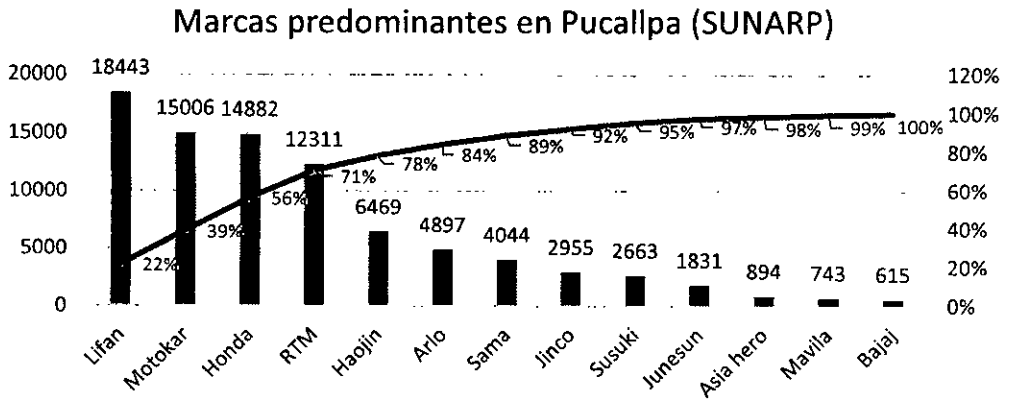


Figura 28 **Marca de mototaxis con mayor frecuencia de registro en SUNARP**

Según los registros de SUNARP (2015) la marca predominante es Lifan® (22%), que en conjunto con Motokar®, Honda® y RTM®, constituyen el 71% de las marcas registradas

8.2.3. Año de fabricación predominante



Figura 29 Histograma de mediciones registradas en general en el motor eléctrico
Elaboración propia

La figura 29 muestra la predominancia de vehículos fabricados en el 2015 (38%), 2014 (27%), 2013 (10%) años inferiores (25%), que evidencia una preferencia de uso de vehículos menores a tres años de antigüedad para actividades de transporte.

8.2.4. Afluencia de vehículos según hora

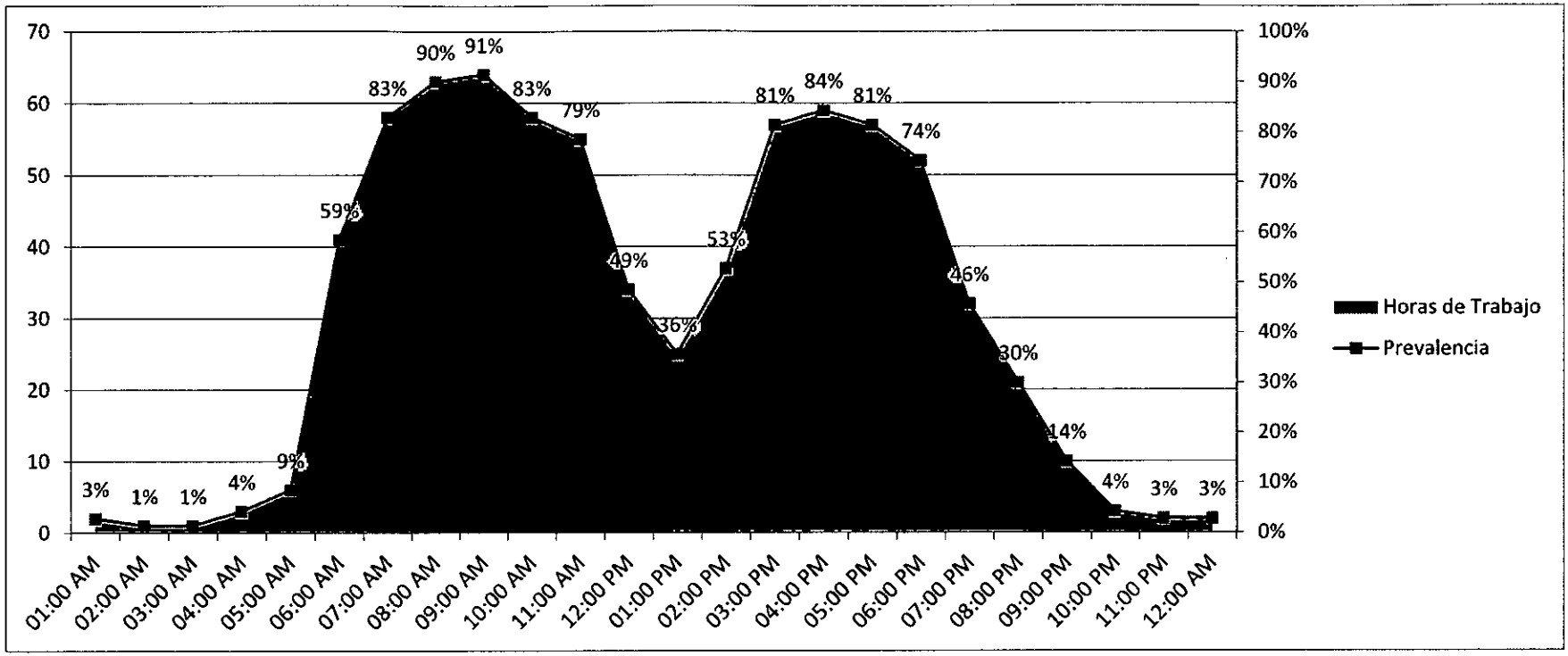


Figura 30 Afluencia de vehículos según hora
Elaboración propia

La figura 30 es producto del procesamiento de los horarios de trabajo de los distintos encuestados, pudiendo elaborar una figura en la que se aprecian las horas de mayor afluencia de vehículos 7:00 am a 11:00 am y 3:00 pm a 6:00 pm

8.2.5. Horas de trabajo al día

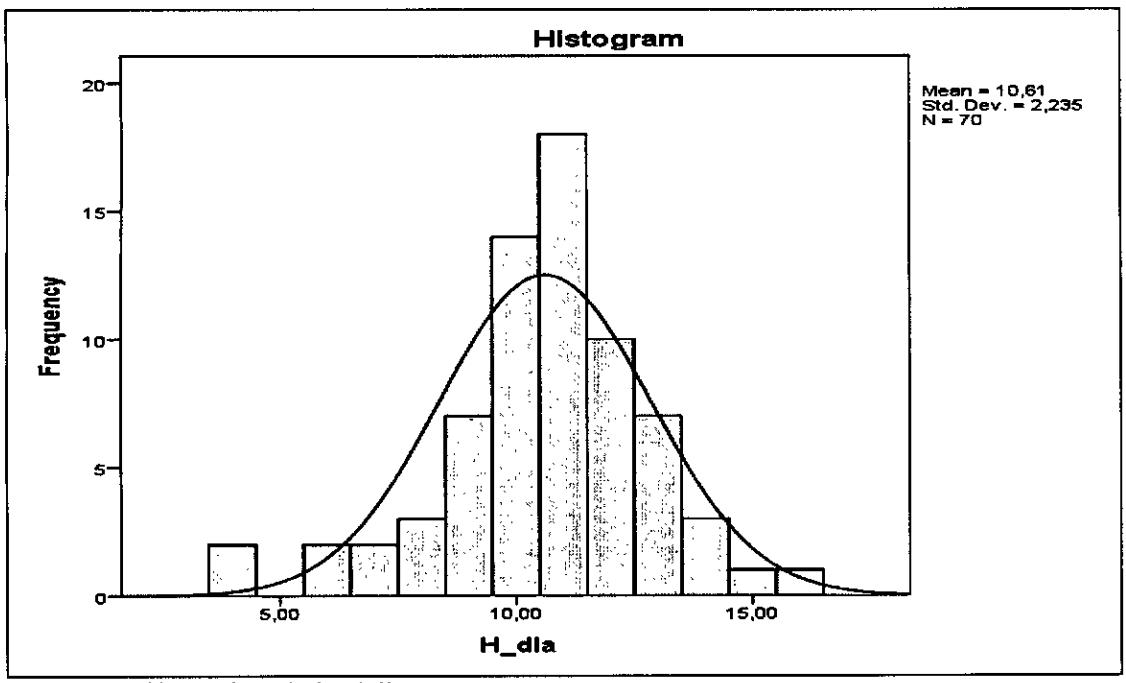


Figura 31 Horas de trabajo al día
Elaboración propia

La figura 31 muestra que el horario de trabajo de los mototaxistas en promedio 11 horas (redondeo de 10.61 hrs), tendiendo a incrementarse a más de 15 horas de acuerdo a las necesidades de los conductores

8.2.6. Días de trabajo a la semana

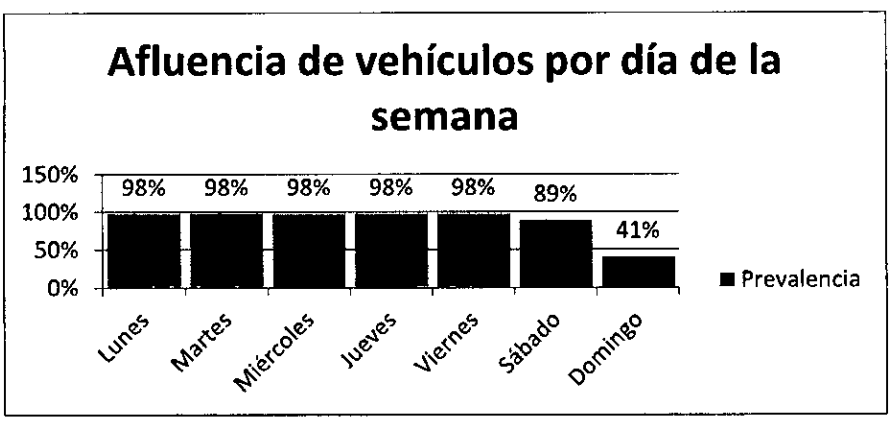


Figura 32 Afluencia de vehículos por días de la semana
Elaboración propia

La figura 32 muestra que la mayor afluencia de vehículos ocurre de lunes a viernes, disminuyendo los sábados y reduciéndose al 41% los domingos

8.2.7 Días de trabajo de los mototaxistas de Yarinacocha

Tabla 18

Días de trabajo al mes y la semana de los mototaxistas de Yarinacocha

		Días al mes	Dias de trabajo a la semana
N	Valid	54	54
	Missing	16	16
Media		25,274	6,3000
Mediana		25,600	6,4000
Moda		24,0	6,00[a]
Desviación estandar		2,1772	,57166
Varianza		4,740	,327
Kurtosis		-,224	-,239
Std. Error of Kurtosis		,639	,639
Mínimo		20,0	5,00
Máximo		28,0	7,00
Percentiles	25	24,000	6,0000
	50	25,600	6,4000
	75	27,700	6,9250

Elaboración propia – procesado con: SPSS Stadistics ®

El tabla 17 muestra el promedio de días de trabajo al mes es de 25 días variando de 20 a 28 días por mes.

8.2.8. Ingreso diario

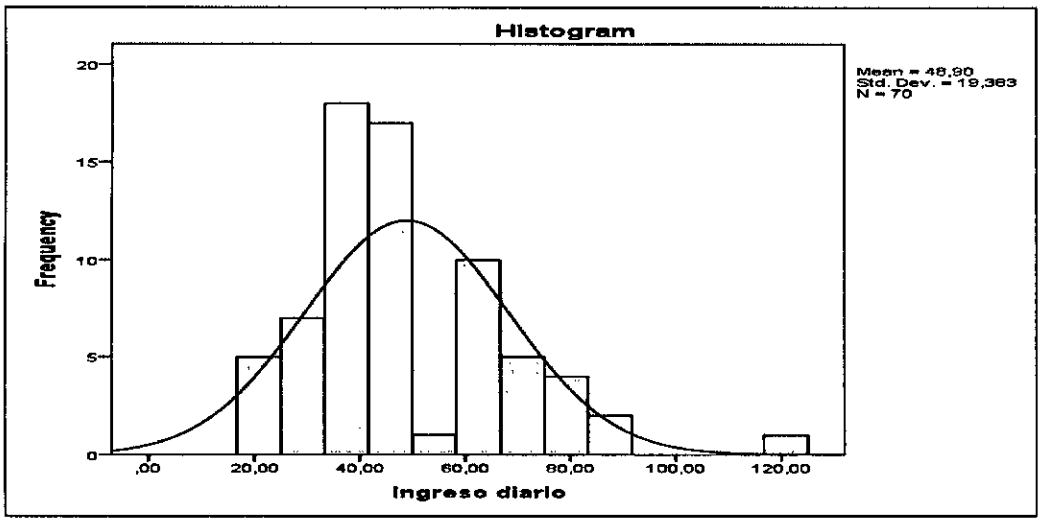


Figura 33 Ingreso diario
Elaboración propia

La figura 33 representa el ingreso diario generado por los mototaxistas (ganancia descontada del pago de alquiler diario en caso de mototaxistas que alquilan vehículos), en promedio S/. 50.00 (48.90), los registros de ingresos mayores corresponden a dueños de vehículos que trabajan más de 10 horas al dia.

8.2.9. Frecuencia de cambio de aceite

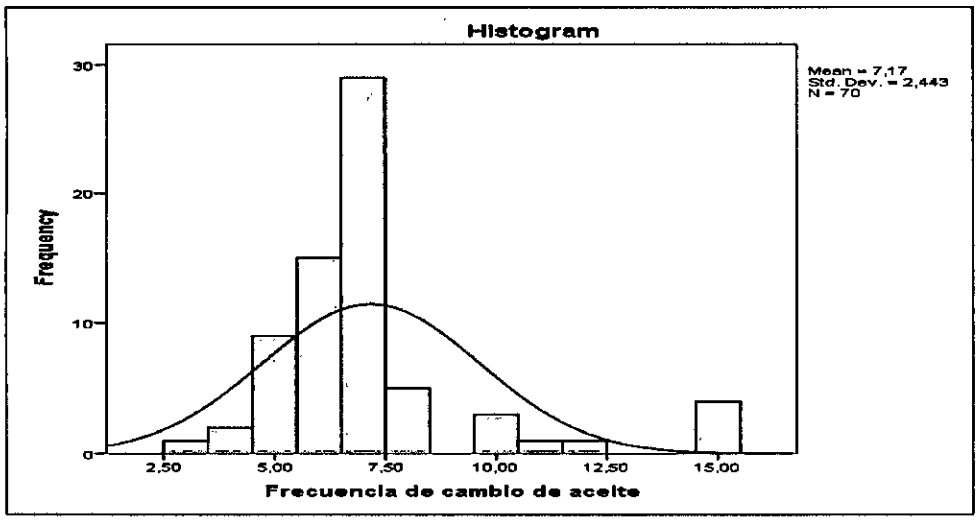


Figura 34 Frecuencia de cambio de aceite
Elaboración propia

La figura 34 Muestra la frecuencia de cambio de aceite, que en promedio es semanal (cada 7 días)

8.2. Datos estadísticos de las mediciones

8.2.1. Mediciones de ruido (LAeq) mototaxi motor combustión interna

Tabla 19

Mediciones de ruido mototaxi motor combustión interna

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulado
Valores	65,70	1	1,0	1,1	1,1
	65,90	1	1,0	1,1	2,2
	66,00	1	1,0	1,1	3,3
	66,50	1	1,0	1,1	4,4
	67,30	2	1,9	2,2	6,7
	67,40	1	1,0	1,1	7,8
	67,50	1	1,0	1,1	8,9
	68,20	1	1,0	1,1	10,0
	68,90	3	2,9	3,3	13,3
	69,00	1	1,0	1,1	14,4
	69,10	2	1,9	2,2	16,7
	69,30	2	1,9	2,2	18,9
	69,90	1	1,0	1,1	20,0
	70,00	1	1,0	1,1	21,1
	70,30	1	1,0	1,1	22,2
	71,30	3	2,9	3,3	25,6
	71,60	1	1,0	1,1	26,7
	72,00	3	2,9	3,3	30,0
	72,20	1	1,0	1,1	31,1
	72,40	2	1,9	2,2	33,3
	72,70	1	1,0	1,1	34,4
	73,10	1	1,0	1,1	35,6
	73,30	1	1,0	1,1	36,7
	73,50	1	1,0	1,1	37,8
	73,60	1	1,0	1,1	38,9
	74,70	3	2,9	3,3	42,2
	74,90	1	1,0	1,1	43,3
	76,00	1	1,0	1,1	44,4
	76,10	1	1,0	1,1	45,6
	77,00	1	1,0	1,1	46,7
	77,10	1	1,0	1,1	47,8
	77,60	3	2,9	3,3	51,1
	77,80	1	1,0	1,1	52,2
	78,00	1	1,0	1,1	53,3
	78,10	2	1,9	2,2	55,6
	78,20	2	1,9	2,2	57,8
	78,30	1	1,0	1,1	58,9
	78,50	2	1,9	2,2	61,1

	79,00	2	1,9	2,2	63,3
	79,20	2	1,9	2,2	65,6
	79,30	1	1,0	1,1	66,7
	79,60	1	1,0	1,1	67,8
	79,70	1	1,0	1,1	68,9
	79,80	1	1,0	1,1	70,0
	80,20	1	1,0	1,1	71,1
	80,50	1	1,0	1,1	72,2
	80,60	2	1,9	2,2	74,4
	80,70	2	1,9	2,2	76,7
	80,80	1	1,0	1,1	77,8
	81,10	2	1,9	2,2	80,0
	81,70	1	1,0	1,1	81,1
	82,40	1	1,0	1,1	82,2
	83,30	1	1,0	1,1	83,3
	83,50	1	1,0	1,1	84,4
	83,80	1	1,0	1,1	85,6
	84,50	1	1,0	1,1	86,7
	84,70	1	1,0	1,1	87,8
	85,00	1	1,0	1,1	88,9
	85,20	1	1,0	1,1	90,0
	85,90	1	1,0	1,1	91,1
	86,10	1	1,0	1,1	92,2
	86,20	1	1,0	1,1	93,3
	86,90	2	1,9	2,2	95,6
	87,70	2	1,9	2,2	97,8
	89,20	2	1,9	2,2	100,0
	Total	90	85,7	100,0	
Missing	System	15	14,3		
Total		105	100,0		

Elaboración propia – procesado con: SPSS Stadistics ®

8.2.2. Mediciones de ruido (Lmax) mototaxi motor combustión interna

Tabla 20
Mediciones de ruido mototaxi motor combustión interna

	Valores	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	72,10	1	1,0	1,1	1,1
	72,50	1	1,0	1,1	2,2
	74,10	1	1,0	1,1	3,3
	75,50	1	1,0	1,1	4,4
	75,70	2	1,9	2,2	6,7
	76,00	1	1,0	1,1	7,8
	76,20	2	1,9	2,2	10,0
	77,60	1	1,0	1,1	11,1
	77,80	1	1,0	1,1	12,2
	78,20	2	1,9	2,2	14,4
	80,40	1	1,0	1,1	15,6
	80,70	1	1,0	1,1	16,7
	81,20	2	1,9	2,2	18,9
	81,30	2	1,9	2,2	21,1
	81,50	2	1,9	2,2	23,3
	81,70	1	1,0	1,1	24,4
	81,80	2	1,9	2,2	26,7
	81,90	1	1,0	1,1	27,8
	82,60	1	1,0	1,1	28,9
	82,80	1	1,0	1,1	30,0
	82,90	1	1,0	1,1	31,1
	83,20	3	2,9	3,3	34,4
	83,30	1	1,0	1,1	35,6
	83,40	1	1,0	1,1	36,7
	84,00	4	3,8	4,4	41,1
	84,10	2	1,9	2,2	43,3
	84,20	1	1,0	1,1	44,4
	84,40	2	1,9	2,2	46,7
	84,70	1	1,0	1,1	47,8
	84,90	1	1,0	1,1	48,9
	85,00	1	1,0	1,1	50,0
	85,30	1	1,0	1,1	51,1
	85,40	1	1,0	1,1	52,2
	85,90	2	1,9	2,2	54,4
	86,00	1	1,0	1,1	55,6
	86,10	2	1,9	2,2	57,8
	86,20	1	1,0	1,1	58,9
	86,30	1	1,0	1,1	60,0
	87,00	1	1,0	1,1	61,1
	87,10	1	1,0	1,1	62,2
	87,40	1	1,0	1,1	63,3
	87,50	2	1,9	2,2	65,6
	87,90	1	1,0	1,1	66,7
	88,00	1	1,0	1,1	67,8
	88,10	2	1,9	2,2	70,0
	88,60	1	1,0	1,1	71,1

	88,70	1	1,0	1,1	72,2
	88,80	1	1,0	1,1	73,3
	89,00	1	1,0	1,1	74,4
	89,50	1	1,0	1,1	75,6
	89,60	2	1,9	2,2	77,8
	89,80	1	1,0	1,1	78,9
	90,00	1	1,0	1,1	80,0
	90,10	1	1,0	1,1	81,1
	90,30	1	1,0	1,1	82,2
	90,70	2	1,9	2,2	84,4
	90,90	2	1,9	2,2	86,7
	91,00	1	1,0	1,1	87,8
	91,40	2	1,9	2,2	90,0
	91,50	1	1,0	1,1	91,1
	91,80	2	1,9	2,2	93,3
	93,00	1	1,0	1,1	94,4
	93,40	2	1,9	2,2	96,7
	93,90	1	1,0	1,1	97,8
	94,40	1	1,0	1,1	98,9
	94,50	1	1,0	1,1	100,0
	Total	90	85,7	100,0	
Total		105	100,0		

Elaboración propia – procesado con: SPSS Stadistics ®

8.2.3. Mediciones de ruido (LAeq) mototaxi con motor eléctrico

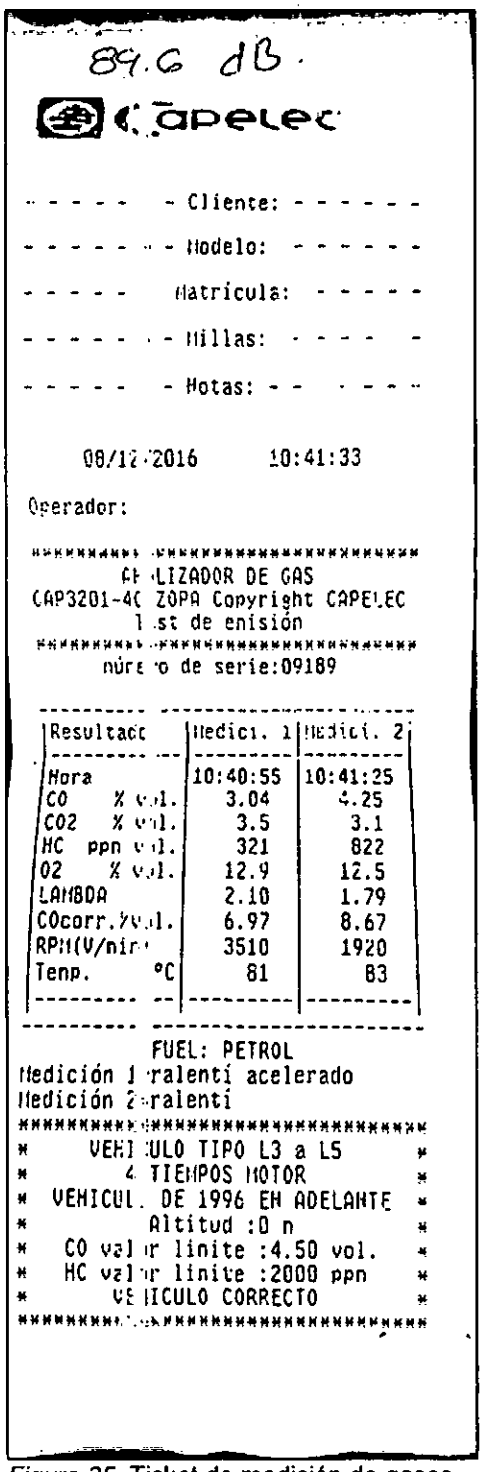
Tabla 21

Mediciones de ruido mototaxi motor combustión interna

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje acumulado
Valid	65,80	1	1,0	6,7	6,7
	65,90	1	1,0	6,7	13,3
	66,10	1	1,0	6,7	20,0
	66,40	2	1,9	13,3	33,3
	66,60	2	1,9	13,3	46,7
	66,70	1	1,0	6,7	53,3
	66,90	2	1,9	13,3	66,7
	67,00	1	1,0	6,7	73,3
	67,50	1	1,0	6,7	80,0
	67,60	1	1,0	6,7	86,7
	67,70	1	1,0	6,7	93,3
	67,90	1	1,0	6,7	100,0
	Total	15	14,3	100,0	
Missing	System	90	85,7		
Total		105	100,0		

Elaboración propia – procesado con: SPSS Stadistics ®

8.3. Ticket de medición de concentración de gases



89.6 dB.

Capelec

- - - - - - Cliente: - - - - - -

- - - - - - - Modelo: - - - - - -

- - - - - - Matricula: - - - - - -

- - - - - - - Millas: - - - - - -

- - - - - - Notas: - - - - - -

08/12/2016 10:41:33

Operador:

****

ANALIZADOR DE GAS

CAP3201-4C ZOPA Copyright CAPELEC

Test de enisión

****

número de serie:09189

Resultado	Medici. 1	Medici. 2
Hora	10:40:55	10:41:25
CO % vol.	3.04	4.25
CO2 % vol.	3.5	3.1
HC ppn vol.	321	822
O2 % vol.	12.9	12.5
LAMBDA	2.10	1.79
COcorr.%vol.	6.97	8.67
RPM(V/min)	3510	1920
Temp. °C	81	83

FUEL: PETROL

Medición 1 :ralentí acelerado

Medición 2 :ralentí

****

* VEHICULO TIPO L3 a L5 *

* 4 TIEMPOS MOTOR *

* VEHICUL. DE 1996 EN ADELANTE *

* Altitud :0 m *

* CO valor linite :4.50 vol. *

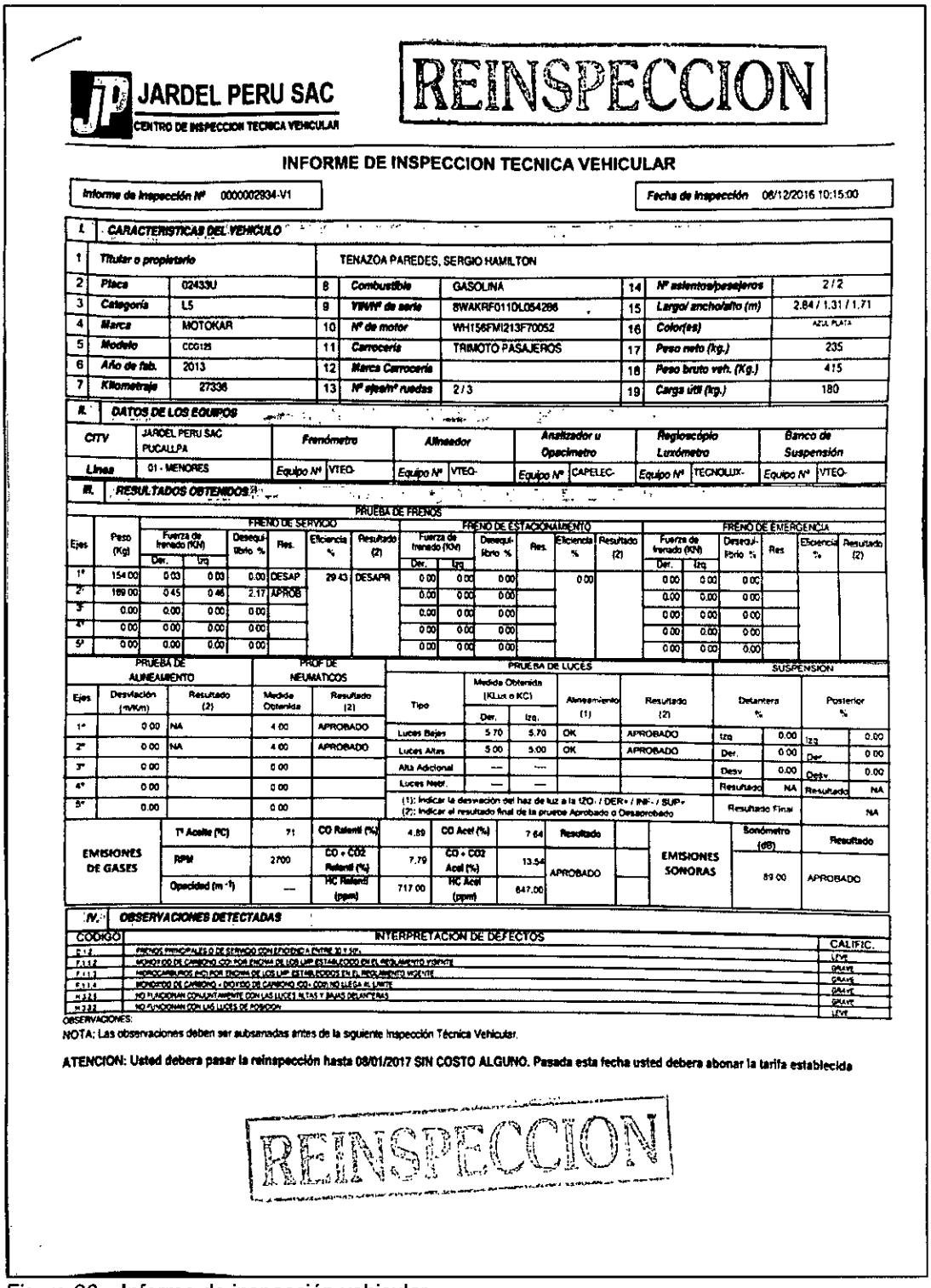
* HC valor linite :2000 ppn *

* VEHICULO CORRECTO *

****

Figura 35 Ticket de medición de gases
Elaboración propia

8.4. Informe de inspección técnica vehicular



JARDEL PERU SAC
CENTRO DE INSPECCION TECNICA VEHICULAR

REINSPECCION

INFORME DE INSPECCION TECNICA VEHICULAR

Informe de Inspección Nº 0000002934-V1 — Fecha de Inspección 08/12/2016 10:15:00

I. CARACTERISTICAS DEL VEHICULO

1	Titular o propietario	TENAZOA PAREDES, SERGIO HAMILTON						
2	Placa	02433U	8	Combustible	GASOLINA	14	Nº asientos/pasajeros	2 / 2
3	Categoría	L5	9	VIN/Nº de serie	8WAKRF011DL054286	15	Largo/ancho/alto (m)	2.84 / 1.31 / 1.71
4	Marca	MOTOKAR	10	Nº de motor	WH156FMI213F70052	16	Color(es)	AZUL PLATA
5	Modelo	CCG125	11	Carrocería	TRIMOTO PASAJEROS	17	Peso neto (kg.)	235
6	Año de fab.	2013	12	Marca Carrocería		18	Peso bruto veh. (Kg.)	415
7	Kilometraje	27336	13	Nº ejes/nº ruedas	2 / 3	19	Carga útil (kg.)	180

II. DATOS DE LOS EQUIPOS

CITV	Frenómetro	Alineador	Analizador u Opacímetro	Reglioscópio Luxómetro	Banco de Suspensión
JARDEL PERU SAC PUCALLPA	Equipo Nº VTEQ-	Equipo Nº VTEQ-	Equipo Nº CAPELEC-	Equipo Nº TECNOLUX-	Equipo Nº VTEQ-
Línea 01 - MENORES					

III. RESULTADOS OBTENIDOS

PRUEBA DE FRENOS

Ejes	Peso (Kg)	FRENO DE SERVICIO: Fuerza de frenado (KN) Der.	Izq.	Desequilibrio %	Res.	Eficiencia %	Resultado (2)	FRENO DE ESTACIONAMIENTO: Fuerza de frenado (KN) Der.	Izq.	Desequilibrio %	Res.	Eficiencia %	Resultado (2)	FRENO DE EMERGENCIA: Fuerza de frenado (KN) Der.	Izq.	Desequilibrio %	Res.	Eficiencia %	Resultado (2)
1º	154.00	0.03	0.03	0.00	DESAP	29.43	DESAPR	0.00	0.00	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00			
2º	169.00	0.45	0.46	2.17	APROB			0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00			
3º	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00			
4º	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00			
5º	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00				0.00	0.00	0.00			

PRUEBA DE ALINEAMIENTO

Ejes	Desviación (m/Km)	Resultado (2)
1º	0.00	NA
2º	0.00	NA
3º	0.00	
4º	0.00	
5º	0.00	

PROF DE NEUMATICOS

Medida Obtenida	Resultado (2)
4.00	APROBADO
4.00	APROBADO
0.00	
0.00	
0.00	

PRUEBA DE LUCES

Tipo	Medida Obtenida (KLux o KC) Der.	Izq.	Alineamiento (1)	Resultado (2)
Luces Bajas	5.70	5.70	OK	APROBADO
Luces Altas	5.00	5.00	OK	APROBADO
Alta Adicional	---	---		
Luces Neblineros	---	---		

(1): Indicar la desviación del haz de luz a la IZQ- / DER+ / INF- / SUP+
(2): Indicar el resultado final de la prueba Aprobado o Desaprobado

SUSPENSION

Delantera %		Posterior %	
Izq.	0.00	Izq.	0.00
Der.	0.00	Der.	0.00
Desv.	0.00	Desv.	0.00
Resultado	NA	Resultado	NA
Resultado Final			NA

EMISIONES DE GASES

Tº Aceite (ºC)	71	CO Ralentí (%)	4.89	CO Acel (%)	7.64	Resultado	APROBADO
RPM	2700	CO + CO2 Ralentí (%)	7.79	CO + CO2 Acel (%)	13.54		
Opacidad (m⁻¹)	---	HC Ralentí (ppm)	717.00	HC Acel (ppm)	647.00		

EMISIONES SONORAS

Sonómetro (dB)	Resultado
89.00	APROBADO

IV. OBSERVACIONES DETECTADAS

CODIGO	INTERPRETACION DE DEFECTOS	CALIFIC.
5.1.4	FRENOS PRINCIPALES O DE SERVICIO CON EFICIENCIA ENTRE 30 Y 50%	LEVE
7.1.1.2	MONOXIDO DE CARBONO (CO) POR ENCIMA DE LOS LMP ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO VIGENTE	GRAVE
7.1.1.3	HIDROCARBUROS (HC) POR ENCIMA DE LOS LMP ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO VIGENTE	GRAVE
7.1.1.4	MONOXIDO DE CARBONO + DIOXIDO DE CARBONO (CO+ CO2) NO LLEGA AL LIMITE	GRAVE
H.2.2.1	NO FUNCIONAN CONJUNTAMENTE CON LAS LUCES ALTAS Y BAJAS DELANTERAS	GRAVE
H.2.2.2	NO FUNCIONAN CON LAS LUCES DE POSICION	LEVE

OBSERVACIONES:

NOTA: Las observaciones deben ser subsanadas antes de la siguiente Inspección Técnica Vehicular.

ATENCION: Usted debera pasar la reinspección hasta 08/01/2017 SIN COSTO ALGUNO. Pasada esta fecha usted debera abonar la tarifa establecida

REINSPECCION

Figura 36 Informe de inspección vehicular
Elaboración propia

8.5. Componentes del Power Train

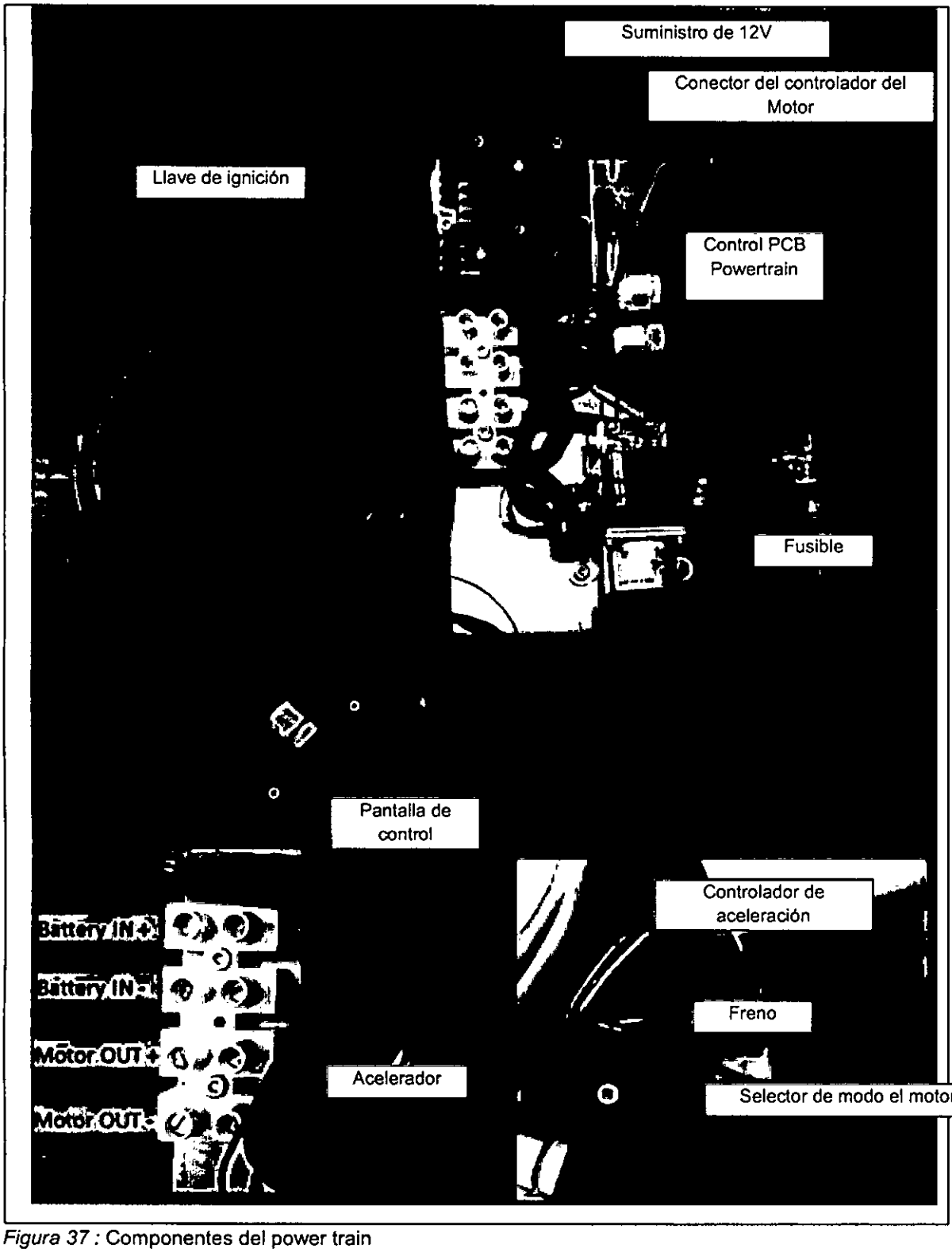


Figura 37 : Componentes del power train
Elaboración propia

8.6. Componentes del motor eléctrico GEMMOTOR

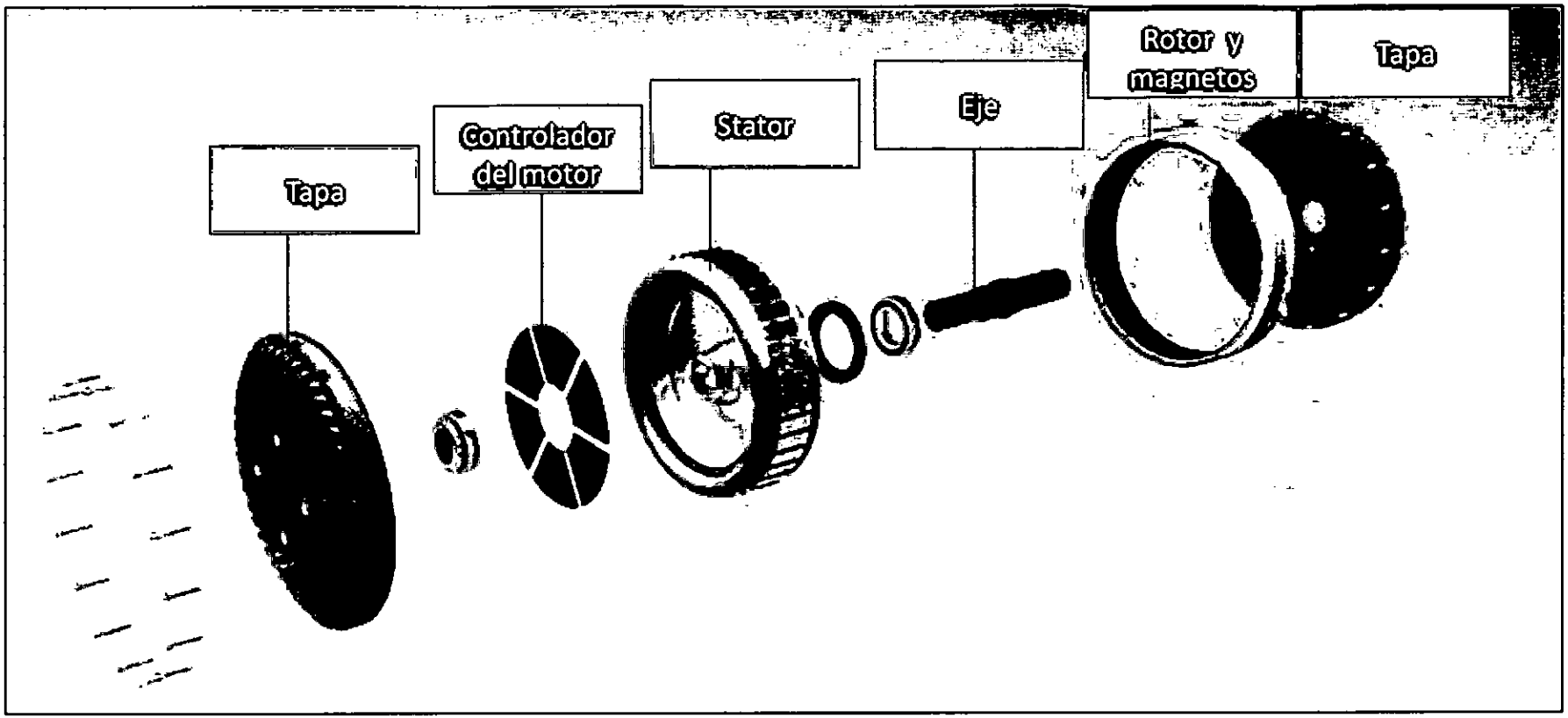


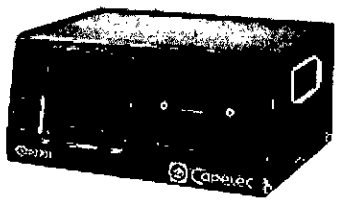
Figura 38 Componentes del motor eléctrico GEMMOTORS
Fuente: (Gemmotors, 2015)

8.7. Especificaciones técnicas de los equipos de medición

8.7.1. Analizador de gases

GAS ANALYZER
LPG forklift maintenance

Capelec



CAP3201i
Emission tester for LPG forklifts

Version
- Transportable| Storage container
- Workshop| Trolley

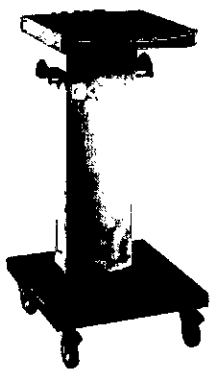
Specifications
- 4 gas analyzer
- LCD screen
- Built-in thermal printer
- Dedicated procedure
- Reinforced emission sampling probe
- Infrared temperature probe
- RPM vibration
- QWERTY Keyboard

Options
- Cigar lighter plug
- Workshop trolley
- Smokemeter | Diesel engine
- NOx bench
- Test report



Specifications

- Gas test | O_2, CO, CO_2, HC | optional NOx
- Lambda factor | 0,600 to 1,200
- Metallic frame
- Built-in thermal printer
- Customized report
- Optimized procedure
- Operating temperature| 0 to 40°C
- Pump automatic stand-by | Automatic zero-reset
- Wireless temperature probe| -5 to 150°C
- RPM | 0 to 9 999
- Power supply | 115 – 230V /1,5 A | 47Hz to 63 Hz
- Complying with main emission standards | MID 0 Class | LNE ISO3930



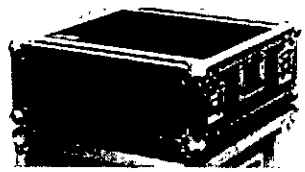
Workshop trolley
Storage



Infrared wireless
temperature probe



Thermal printer
LCD screen



Transport container
Robust and accessible

For more information
www. capelec.com

1130 rue des Marais | Parc Eureka | 34000 Montpellier | France | Tél (33)4 67 156 156 | Fax (33)4 67 224 224

8.7.2. Sonómetro AWA6228

AWA

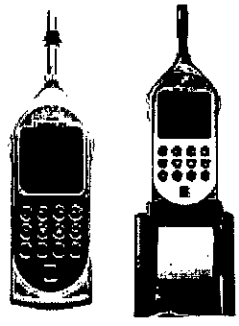
Model AWA6228 Sound Level Meter

FEATURES

A pocket real-time noise measuring instrument
Real-time octave band analyses is available
Internal 1/1 and 1/3 octave filters
128×128 graphics back-lit LCD
100 dB Level Linearity Range
Comply with IEC 61672 Class 1
Different software could be select based on your specific needs

USES

Comprehensive sound measurements
Environment noise certification and 24h monitoring
Noise profile measurement of industrial noise
Peak C sound level measurements
Impulse noise measurements



Specifications:

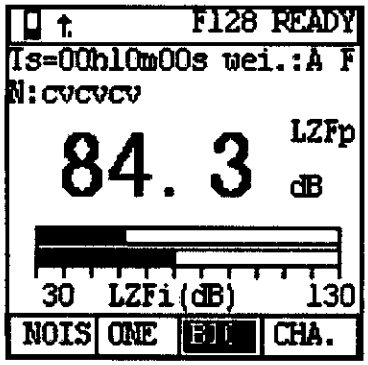
1 Standard: Comply with IEC 61672 class 1
2 Microphone: 1/2" Prepolarized Condenser Mic. AWA14425; Sensitivity: 40 mV/Pa; Freq. Range: 20 Hz ~ 20 kHz; Freq. Response: Free field; Polarized Voltage: 0 V; Ref. direction: Axial direction of microphone;
3 Frequency Range: 20 Hz ~ 20 kHz ± 0.2 dB.
4 Meas. upper Range: 130 dB4 (re. 20 u Pa)
5 Self-generated Noise: <20 dB(A), 25 dB(C), 30 dB(Z).
6 Freq. Weighting: Parallel (simultaneous) A, C, Z
7 Time Weighting: Parallel (simultaneous) F, S, I, Peak and Lin. Average
8 Peak C Sound Level Measuring Range: 80 ~ 143 dB.
9 Level Linearity Range: >100 dB.
10 A/D Bits: 24 bits.
11 Sampling Frequency: 48kHz.
12 Basic Measuring Pa's
Integrating time: Manual, 10 s, 1 min, 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min, 1h, 4h, 8h, 24h or 1 min~99 min.
13 Display: 128×128 graphic LCD, with LED background lighting; Display Resolution: 0.1 dB; Display Refresh: 1 Hz for value; 10 Hz for graph.
14 Output Interface:
AC Output (full scale): 1.6V AC RMS; Output Impedance: 1k Ω; Connector: ø3.5 mm stereo plug
DC Output : 20mV/dB; Output Impedance: 1k Ω; Connector: DB-9 plug
RS232 Interface: To computer for output some instantaneous sound level selected , Lmax or Leq over 1 second, also to printer for printing .
USB Interface: Available as USB Interface when SD card has be selected.
15 Memory: 128 group data with graphics
16 Internal Clock: Error less than 1 min/month.
17 Measuring point names could be entered enter into the analyzer in English.
18 Print: mini-printer
19 Power Supply: 4 × LR6 alkaline battery or rechargeable batteries, which can work for over 12 hours continuously. 6 V external power supply is also acceptable.
20 Dimensions: 250 (H) x 80 (W) x 30 (D) mm.
21 Weight: 0.35 kg. (Include batteries)
22 Electromagnetic Compatibility: Comply with the requirements of IEC 61672 on X type sound level meter.
23 Environment
Working Temperature: -10 ~ 50 °C
Storing Temperature: -20 ~ 70 °C
Relative Humidity: 25 ~ 90 %

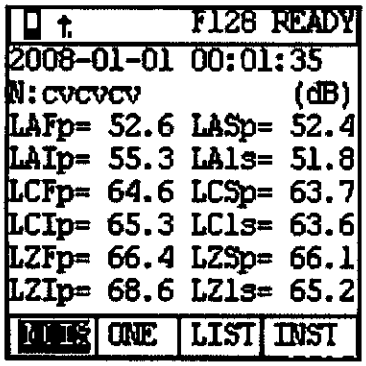
Hangzhou Aihua Instruments Co., Ltd.

Add: No.37 Xiaoxing Rd. Xiaolin Town, Yuhang District, Hangzhou, Zhejiang, China 311122
Tel.: +86 (571) 85022700 Fax: +86 (571) 85022955 Email: yqf@aihua.com
www.aihua.com

Basic software for integral measuring (S6228-10100)

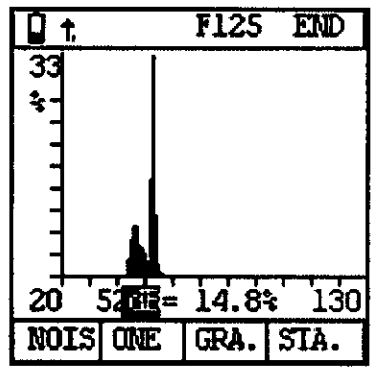
1. Main Function: Noise integral measuring.
2. Main Measuring Parameters: L_{xp}, L_{xp}, $L_{eq,T}$, L_{xE}, E, C_{peak}, C_{peak}, L_{xfmax}, L_{xfmin}, L_{xfeT}, L_{xfeT}, L_{xeqT}.
   Note: X is A, C, Z and Y is F, S, I.
3. Print: Can print analytical results to the mini-printer through a string, can also print the contents showed on LCD screen.

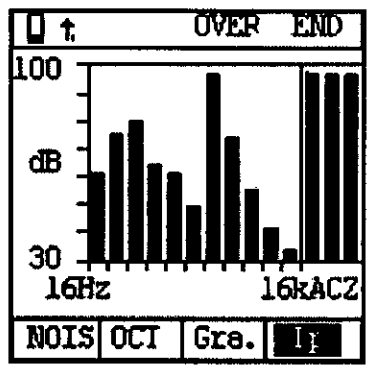




Statistical analysis software (S6228-00101)

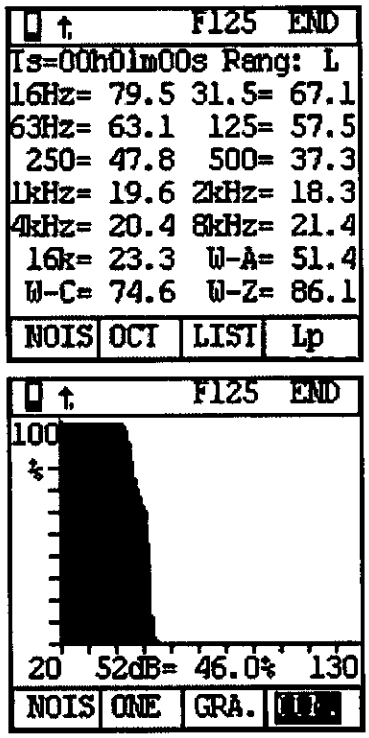
1. Main Function: The statistical analysis, 24 hours noise monitors automatically.
2. Main Measure Index:
   The statistical analysis menu: L_{xp}, L_{xfmax}, L_{xfs}, L_{xfmin}, L_{xfeT}, L_{xeqs}, L_{xfmin}, SD, L_{eqT}, L_{eqn}, T, L_{xE}, L_{xeqT}.
   24h measures menu: And Ld, Ln, Ldn.
   Note: X is frequency weighting A, C, Z; Y is time weighting F, S, I.
3. Display Resolution: 0.1 dB.





The OCT spectrum analysis software (S6228 — 00202)

1. Main Function: Noise real-time OCT spectral analysis and integral measuring.
2. Frequency Weighting: Parallel (simultaneous) A, C, Z. Realized by digital filtering.
3. Filter Type: Parallel (real-time) octave band filter.
4. Filter Center Frequency: 16 Hz, 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1k Hz, 2k, 4 kHz, 8 kHz, 16 kHz.
5. Fulfils standards: IEC 61672: 2002 Class 1, IEC 61260: 2001 Class 1.
6. Measuring Interface: User interface and graph interface. It can simultaneously display the band sound pressure level of 11 center frequencies as well as A, C and Z weighting sound pressure level.
7. Measuring Parameters: L_{fn}, L_{feqT}, L_{fmaxT}, L_{xp}, L_{xp}, L_{eqT}, L_{xE}, E, C_{peak}, Tm.
   Note: L_{fn} is center frequency; X is frequency weighting A, C, Z, Y is time weighting F, S, I.
8. Real-time Analysis Speed: Approx. 47 times / s (It can simultaneously complete all center frequencies and A, C, Z weighting.).



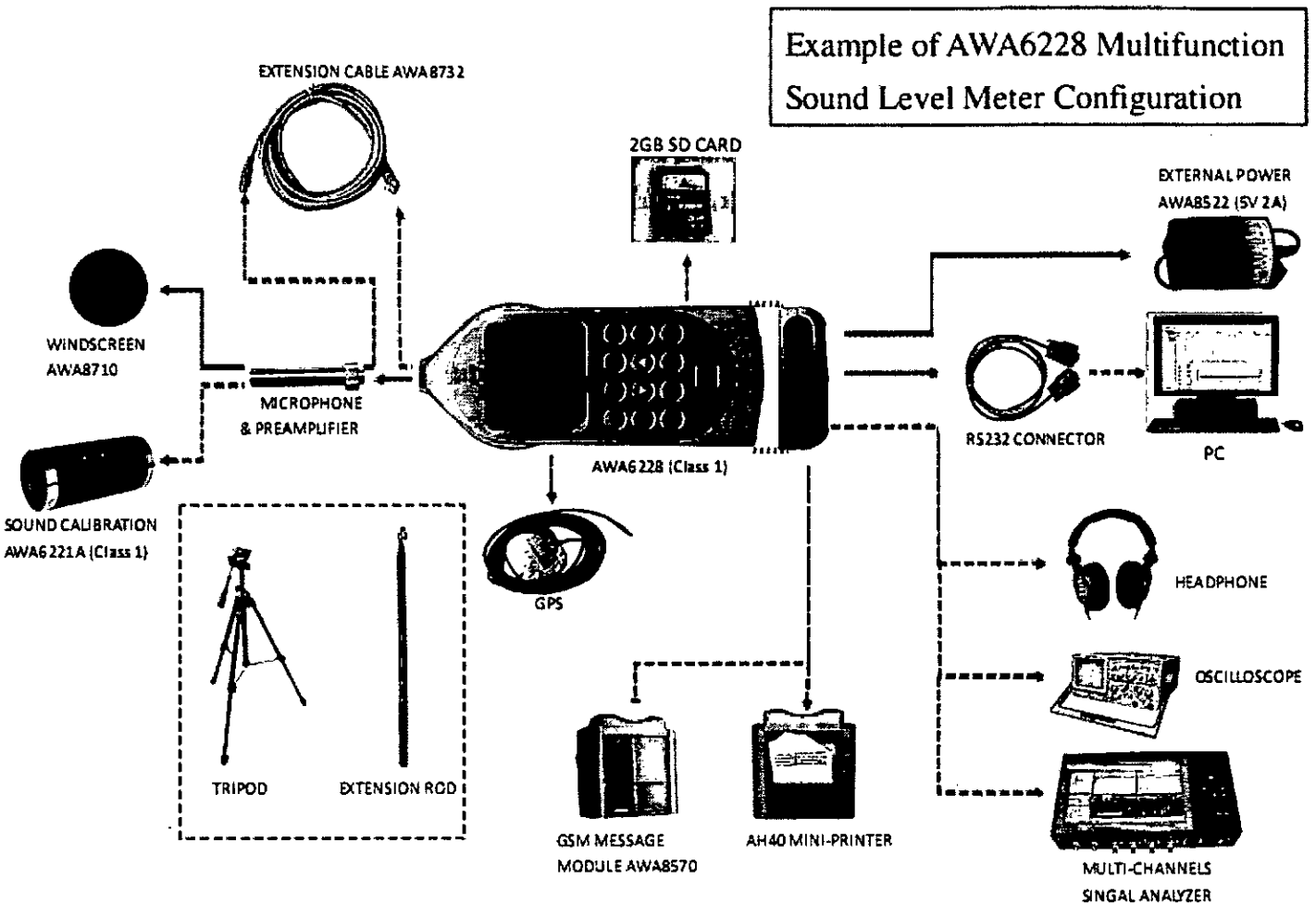
Install list

Type & Name	Main function
AWA5228 host	Host hardware part (Don't include transducer and software), box, receive software.
Model AWA14501 Preamplifier	Pre-amplify, gain is 0 dB.
Model AWA14423 measuring microphone	1/2", Prepolarized condenser microphone, 10 Hz ~ 20 kHz, 50 mV/Pa.
Windscreen S 60 or S 60	Reduce the affection of wind
Mini-printer	Print measuring result, include connecting line, print paper, power supply.
Tripod	
extensioncable with 5, 10 or 20 m	For AWA14501 and AWA5291
S6228 —S10100 Basic software	The noise integral measuring
S6228 —S10101 Statistic analytical software	The statistical analysis, 24 hours noise monitors automatically.
S6228 —S10202 The OCT analysis software	Noise real-time OCT spectral analysis and integral measuring.
S6228 —S10303 The 1/3OCT analysis software	Noise real-time OCT spectral analysis and integral measuring.

The 1/3OCT spectrum analysis software (S6228 —(0303)

1. Main Function: Noise real-time 1/3OCT spectral analysis and integral measuring.
2. Frequency Weighting: Parallel (simultaneous) A, C, Z. Realized by digital filtering.
3. Filter Type: Parallel (real-time) octave band filter.
4. Filter: 12.5 Hz~16 kHz.
5. Fulfils standards: IEC 61672: 2002 Class 1, IEC 61260: 2001 Class 1.
6. Measuring Interface: User interface and graph interface. It can simultaneously display the band sound pressure level of 11 center frequencies as well as A, C and Z weighting sound pressure level.
7. Measuring Parameters: L_{fn}, $L_{fmax,S}$, $L_{fmax,T}$, L_{fpk}, L_{fpk}, $L_{fmax,S}$, $L_{fmax,T}$, L_{AE}, E, C_{peak}, Tm.

   Note: f_n is center frequency; X is frequency weighting: A, C, Z, Y is time weighting: F, S, I.
8. Real-time Analysis Speed: Approx. 47 times/s (It can simultaneously complete all center frequencies and A, C, Z weighting.).


Example of AWA6228 Multifunction Sound Level Meter Configuration
EXTENSION CABLE AWA8732
2GB SD CARD
EXTERNAL POWER AWA8522 (5V 2A)
WINDSCREEN AWA8710
MICROPHONE & PREAMPLIFIER
AWA6228 (Class 1)
RS232 CONNECTOR
PC
SOUND CALIBRATION AWA6221A (Class 1)
GPS
HEADPHONE
OSCILLOSCOPE
TRIPOD
EXTENSION ROD
GSM MESSAGE MODULE AWA8570
AH40 MINI-PRINTER
MULTI-CHANNELS SINGAL ANALYZER