



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“La vida es un lugar de oportunidades,
depende solo de ti aprovecharlas, vive, sueña
pero sobre todo se feliz....”**

Anónimo





OBJETIVO GENERAL

Investigar los procesos de mantenimiento preventivo de vehículos de pasajeros categoría M en Ecuador mediante el análisis comparativo de la programación y ejecución de las rutinas de mantenimiento del vehículo eléctrico BYD (e5) con su similar de combustión interna.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Fundamentar técnica y científicamente en base a fuentes bibliográficas confiables aspectos referentes a la planificación, programación y ejecución del proceso de mantenimiento preventivo.
- ❖ Establecer la metodología de investigación que permita recolectar y analizar los tiempos, distancias, repuestos e insumos que se requieren en el mantenimiento preventivo de los vehículos en estudio.
- ❖ Solicitar y buscar información referente al vehículo de combustión interna en estudio y levantar información del auto eléctrico BYD e5.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Tomar datos de tiempos, distancias, repuestos e insumos que necesitan los técnicos capacitados para la ejecución del mantenimiento preventivo del vehículo eléctrico e5.
- ❖ Analizar las rutinas de mantenimiento de los vehículos de estudio de acuerdo a los procesos de mantenimiento preventivo.
- ❖ Analizar la cantidad de insumos y materiales fungibles utilizados en el proceso de mantenimiento preventivo de los vehículos en estudio.





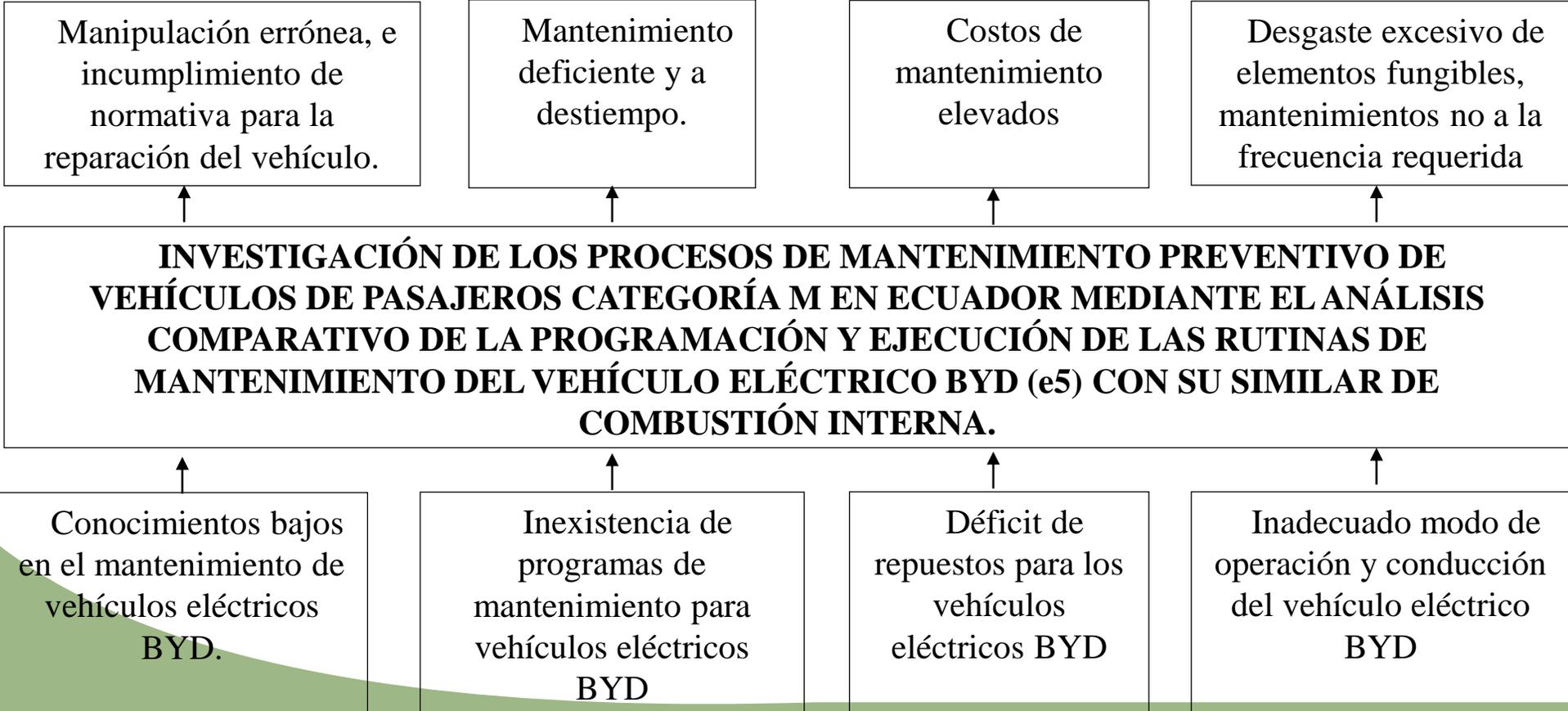
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Comparar costos de repuestos, insumos, mano de obra, consumo de energía eléctrica y combustible para los vehículos en estudio.
- ❖ Comparar el costo de mantenimiento preventivo de los vehículos en estudio, al finalizar un ciclo de 120000 km, determinando que auto tiene el menor costo de mantenimiento.
- ❖ Comparar el costo total de los vehículos en estudio al finalizar un ciclo de 120000 km, determinando que auto es más rentable.



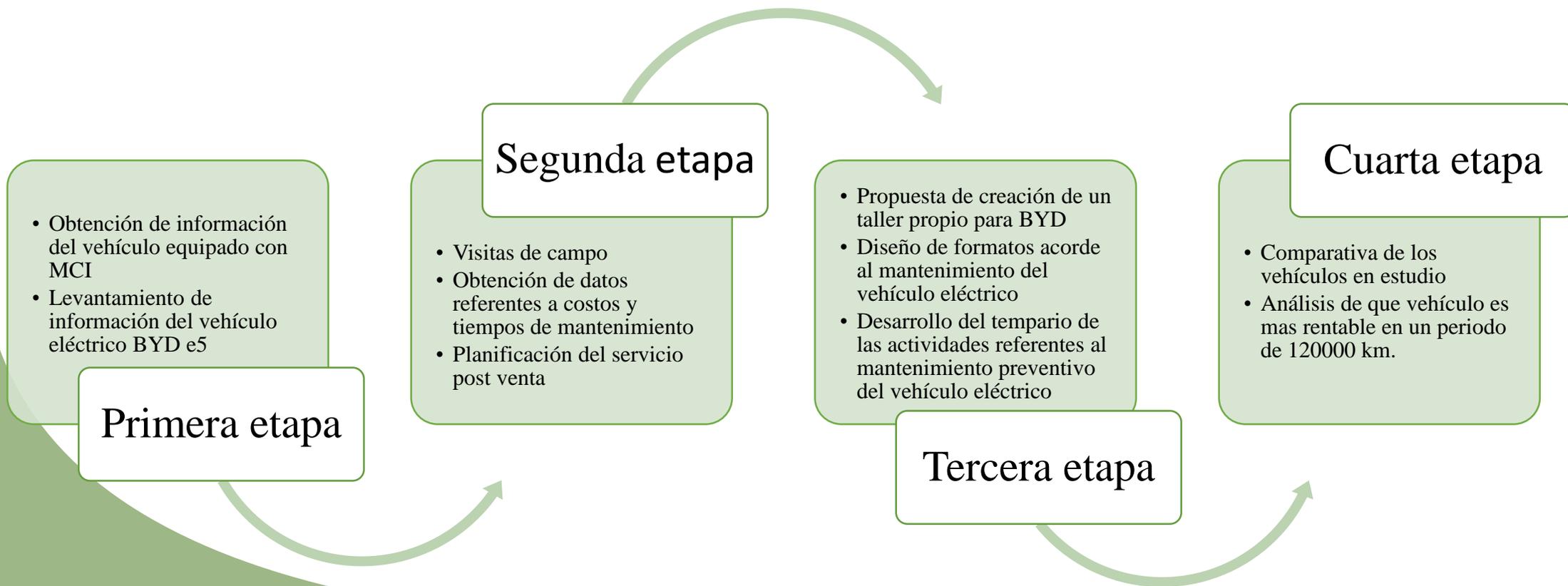


JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA





DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO





*Universidad de las Fuerzas
Armadas ESPE
Carrera de Ingeniería
Automotriz
2019*



ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

BYD

- ❖ Innovación
- ❖ Lidera – tecnología
- ❖ Tecnología verde
 - ❖ Plantas solares
 - ❖ Estaciones de recarga de energía
- ❖ Ecuador - 2017
 - ❖ Sostenible
 - ❖ Flota 100% eléctrica
 - ❖ 35 unidades
 - ❖ Modelo e5 400
 - ❖ Servicio taxi
 - ❖ 320 - 350 km
 - ❖ 50 – 60 km/h
 - ❖ Potencia 150 KW – 2000cc
 - ❖ 2 años
 - ❖ 226800 gal.





META

- ❖ Determinar si el proceso de mantenimiento preventivo del vehículo eléctrico BYD e5 es más económico en comparación al auto convencional.





HIPÓTESIS

- ❖ El vehículo eléctrico BYD e5 tendrá un menor costo de mantenimiento preventivo en un ciclo de 120000 km, en comparación con su similar de combustión interna.





HIPÓTESIS

- ❖ El vehículo eléctrico BYD e5 tendrá un menor costo de mantenimiento preventivo en un ciclo de 120000 km, en comparación con su similar de combustión interna.





CLASIFICACIÓN VEHICULAR

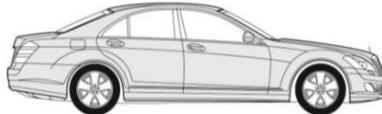
Norma Técnica Ecuatoriana: NTE INEN 2656:2012

❖ Identificación

❖ Diseño

❖ Uso

Clasificación de los vehículos según sus características constructivas

| Código | Subclase | Clase | Descripción |
|--------|----------|--|---|
| SED | M1 | SEDAN  | Un sedán tiene un techo fijo hasta el parabrisas trasero, consta de tres volúmenes. Tiene 4 puertas y consta de 5 plazas. |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012, pág. 4)





VENTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS POR MARCA Y MODELO

| En unidades 2016-2018 | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|------|------|------|
| Marca | Modelo | 2016 | 2017 | 2018 |
| DAYANG | DY-GD04B AC 3P 4X2 TA EV | - | 13 | 67 |
| KIA | SOUL AC 5P 4X2 TA EV | 53 | 20 | 33 |
| DAYANG | CHOK CROSS AC 5P 4X2 TA EV | - | - | 13 |
| DAYANG | DY-GD04A AC 2P 4X2 TA EV | 15 | 33 | 7 |
| RENAULT | TWIZY URB X09 MOKA AC 2P 4X2 TA EV | 23 | 13 | 6 |
| BYD | BYD 7005BEV AC 4P 4X2 TA EV | - | 36 | 3 |
| DAYANG | DY-GD02B AC CS 4X2 TA EV | 7 | 7 | 1 |
| DAYANG | DY-GD02B AC 2P 4X2 TA EV | - | 1 | - |
| RENAULT | TWIZY TEC X0Gtec80 2p 4X2 TA EV | 6 | - | - |
| VOLKSWAGEN | E-GOLF BE11B1 AC 5P 4X2 TA EV | 1 | - | - |
| DAYANG | DY-GD0A AC 4P 4X2 TA EV | 2 | - | - |
| RENAULT | TWIZY CARGO X0gCARB0 2P 4X2 TA EV | 1 | - | - |
| RENAULT | TWIZY URB X0g MOKA 2P TA | 1 | - | - |
| Total | | 109 | 123 | 130 |

Fuente: (AEADE, 2018, pág. 81)





PLANIFICACIÓN SERVICIO POST VENTA

- ❖ Cálculo de áreas operativas y de apoyo para un taller propio.
- ❖ Propuesta de diseño de formatos para el servicio post venta.





CÁLCULO DE ÁREAS OPERATIVAS Y DE APOYO

Número de bahías y operarios necesarios para el taller propuesto

| Área | VA | VM | VD | HV | HD | HDT | EE | EO | ON | OR | |
|------------------------|-----|-------|------|------|-------|-----|------|------|--------------|------|---|
| Mecánica Rápida | 420 | 35,00 | 1,59 | 1,3 | 2,07 | 8 | 0,75 | 6 | 0,34 | 1 | |
| Mecánica Especializada | 420 | 35,00 | 1,59 | 6,4 | 10,18 | 8 | 0,75 | 6 | 1,70 | 2 | |
| Colisiones | 420 | 35,00 | 1,59 | 12,7 | 20,20 | 8 | 0,82 | 6,56 | 3,08 | 3 | |
| | | | | | | | | | Total | 5,12 | 6 |

Reparto del área de colisiones en bahías

| COLISIONES | OR |
|------------|----|
| Mecánica | 1 |
| Latonería | 1 |
| Pintura | 1 |

Horas por vehículo atendido

| | |
|------------------------|-------------------|
| Servicio Rápido | 1.3 horas |
| Mecánica | 6.4 horas |
| Colisiones | 12.7 horas |
| Mecánica | 1.3 horas |
| Latonería | 5.9 horas |
| Pintura | 5.5 horas |
| Mecánica | 1 |
| Latonería | O.C. X 46% = |
| Pintura | O.C. X 54% = |

ESTIMADA POR OPERARIO

| | |
|-------|-----|
| M. R. | 75% |
| M. E. | 75% |
| C. | 82% |

$$E.O. = H.D.T. * E.E.$$

CALCULO OPERARIOS NECESARIOS

$$O.N. = \frac{H.D}{E.O}$$





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CÁLCULO DEL ÁREA OPERATIVA

| Bahía | Puestos de trabajo | Área (m ²) | Total (m ²) |
|-------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| Servicio Rápido | 1 | 21,00 | 21,00 |
| Mecánica | 1 | 21,00 | 21,00 |
| Mecánica Latonería | 1 | 21,00 | 21,00 |
| Enderezada | 1 | 22,75 | 22,75 |
| Cabina - Pintura | 1 | 33,75 | 33,75 |
| Lavadero | 1 | 31,50 | 31,50 |
| Calidad | 1 | 21,00 | 21,00 |
| Recepción | 1 | 25,00 | 25,00 |
| Alineación - Balanceo | 1 | 21,00 | 21,00 |
| Sub Área total | | | 218,00 |
| Área de circulación 50% | | | 109,00 |
| Área Operativa | | | 327,00 |

CÁLCULO DE AREAS OPERATIVAS

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Servicio Rápido | 6.0 m X 3.5 m = 21.00 m ² |
| Mecánica | 6.0 m X 3.5 m = 21.00 m ² |
| Mecánica latonería | 6.0 m X 3.5 m = 21.00 m ² |
| Enderezada | 6.5 m X 3.5 m = 22.75 m ² |
| Cabina - pintura | 7.5 m X 4.5 m = 33.75 m ² |
| Lavadero | 7.0 m X 4.5 m = 31.50 m ² |





CÁLCULO DEL ÁREA DE APOYO

| Lugar | % | Área (m ²) | Total (m ²) |
|--------------------------------|----|------------------------|-------------------------|
| Servicios y Vestuario | 4 | 327,00 | 13,08 |
| Oficinas | 10 | 327,00 | 32,70 |
| Almacén | 8 | 327,00 | 26,16 |
| Parqueo | 30 | 327,00 | 98,10 |
| Zona de espera | 10 | 327,00 | 32,70 |
| Áreas verdes | 4 | 327,00 | 13,08 |
| Proyección | 15 | 327,00 | 49,05 |
| Entrega | 10 | 327,00 | 32,70 |
| Sub total Área de Apoyo | | | 297,57 |

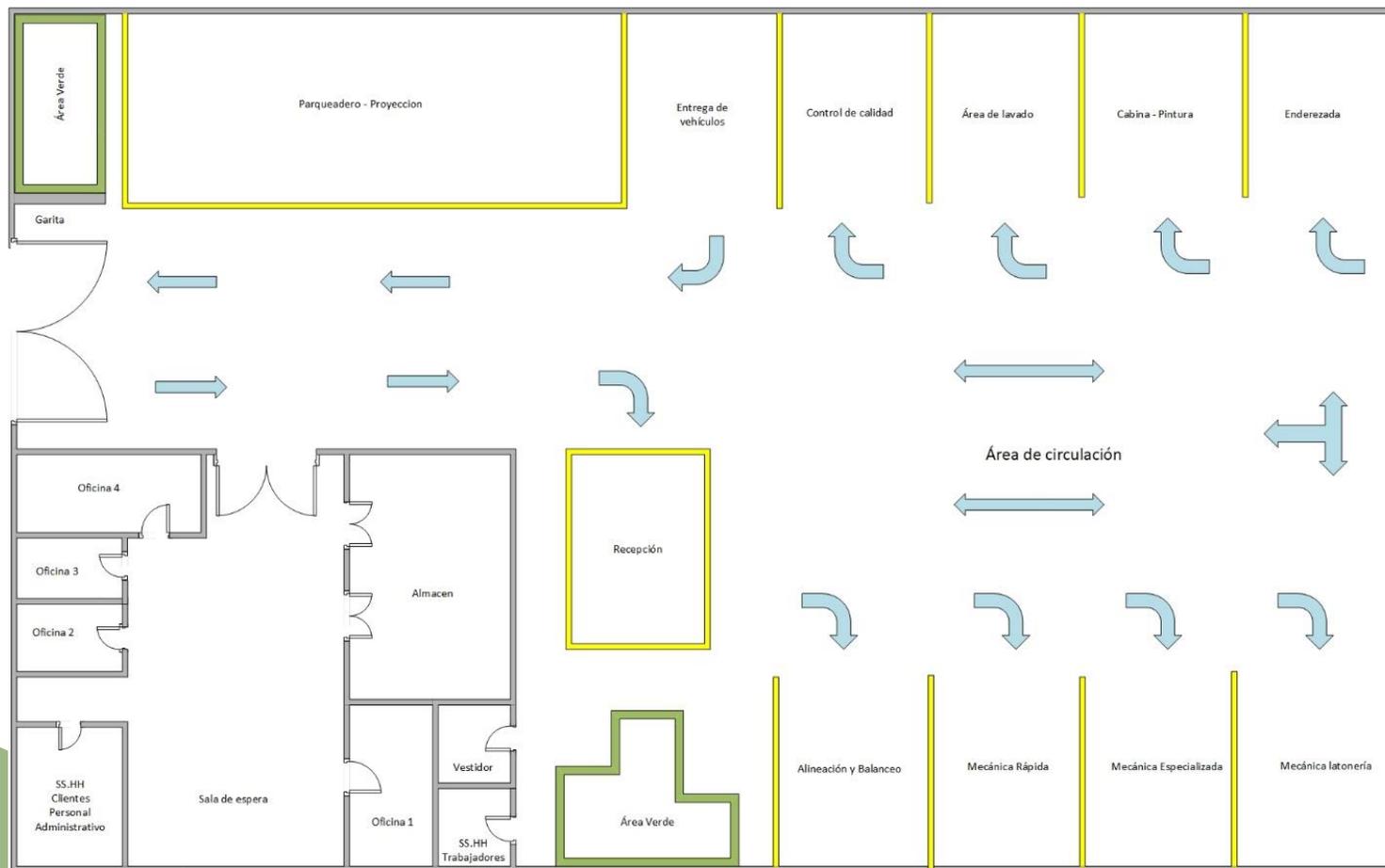
CÁLCULO DEL ÁREA TOTAL

| Área | Total (m ²) |
|-----------------------|-------------------------|
| Operativa | 327,00 |
| Apoyo | 297,57 |
| Total de área | 624,57 |
| Área necesaria | 700 |





DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS





FORMATOS PROPUESTOS

Formatos



Obtener información

- ❖ Ficha técnica
- ❖ Orden de trabajo
- ❖ Comprobación sistemática de actividades (Check-List)
- ❖ Control de calidad → Proceso
- ❖ Facturación
- ❖ SCI (Índice de satisfacción del cliente)





MANTENIMIENTO

VEHÍCULO ELÉCTRICO BYD E5

- ❖ Plan de mantenimiento
- ❖ Kit de mantenimiento
- ❖ Costos de repuestos e insumos



VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA

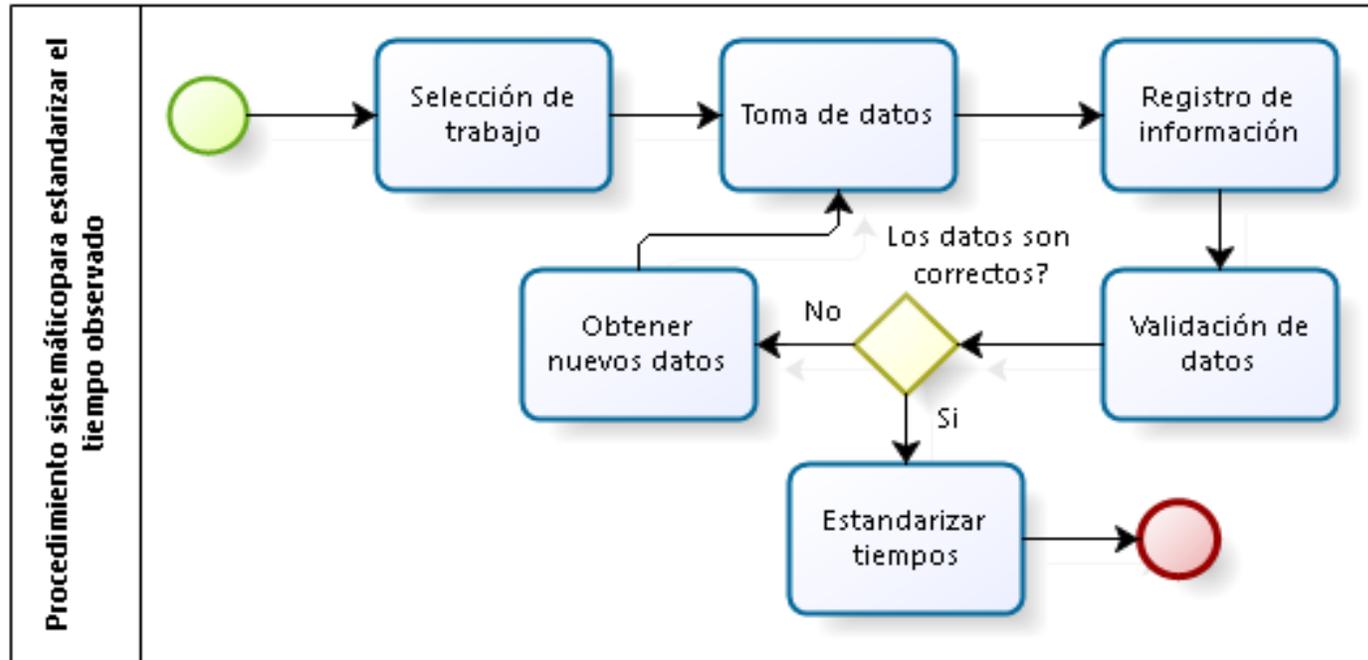
- ❖ Plan de mantenimiento
- ❖ Kit de mantenimiento
- ❖ Costos de repuestos e insumos
- ❖ Tempario
- ❖ Costo de mano de obra
- ❖ Diagrama de procesos





ESTUDIO DE TIEMPOS

Procedimiento sistemático para estandarizar el tiempo





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ESTUDIO DE TIEMPOS

❖ Tiempos observados

- ❖ Tiempos cronometrados
- ❖ Registros históricos



ESTUDIO DE TIEMPOS

❖ Tiempos normales

Calificación del desempeño

| Calificación | Puntos anclas verbales | Velocidad de caminata (mph) | Cartas repartidas por ½ minuto |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 0 | Sin actividad | 0 | 0 |
| 67 | Muy lento, torpe | 2 | 35 |
| 100 | Firme, deliberado | 3 | 52 |
| 133 | Activo, negociable | 4 | 69 |
| 167 | Muy rápido, alto grado de destreza | 5 | 87 |
| 200 | Límite superior por un periodo corto | 6 | 104 |

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 358)

Ecuación 1. Fórmula para calcular el tiempo normal

$$TN = TO \times \left(\frac{C}{100} \right)$$

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 561)

TN = tiempo normal

TO = tiempo observado

C = calificación del desempeño del operario, se expresa como porcentaje

Ecuación 2. Fórmula de tiempo normal para registros históricos

$$TN = \frac{To + (4 \times Tm) + Tp}{6}$$

Fuente: (Cruelles, 2013, pág. 497)

To = tiempo optimista

Tm = tiempo modal

Tp = tiempo pesimista





ESTUDIO DE TIEMPOS

❖ Tiempos estándares

Ecuación 3. Fórmula para calcular el tiempo estándar

$$TE = TN \times (1 + S)$$

Fuente: (Cruelles, 2013, pág. 491)

TE = tiempo estándar

TN = tiempo normal

S = suplemento ó holgura

Consideración de todos los suplementos existentes

| Suplementos de descanso | Cantidad |
|--|------------|
| Necesidades personales | 5% |
| Fatiga | 4% |
| Estar de pie | 2% |
| Total, suplementos de descanso | 11% |
| Suplementos por imprevistos | Cantidad |
| Imprevistos | 2% |
| Total, suplementos por imprevistos | 2% |
| Suplementos por inicio y fin de la jornada | Cantidad |
| Inicio y fin de la jornada | 3% |
| Total, Suplementos generales | 16% |

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 371)

❖ Tempario

❖ Costo de mano de obra





DIAGRAMA DE PROCESOS

Diagrama actual

El proceso consta de 10 operaciones, 3 inspecciones, 5 transportes, 1 almacenamiento y 1 retraso, con una duración 9,5, 2, 7, 1,5 y 1 minuto respectivamente, dando un total de 21 minutos, este tiempo es igual al detallado en el tempario, recorriendo una distancia de 57 metros.

Diagrama propuesto

La propuesta consta de 12 operaciones, 3 inspecciones, 3 transportes y 1 almacenamiento con un tiempo de 12,5, 2, 3,5 y 1,5 respectivamente dando un tiempo total de 19,5 minutos, recorriendo una distancia de 52 metros.





AUTONOMÍA

❖ Eléctrico

Anexo de la resolución Nro.
ARCONEL 5/18 de fecha 11
de enero de 2018

❖ MCI

Decreto 619 emitido
el 26 de diciembre de
2018

| Descripción | Valor |
|--|------------------------------------|
| Kilometraje recorrido mensualmente (30 días) | 7500 km |
| Kilometraje recorrido diario | 250 km |
| Valor consumo mensual de energía | \$90 dólares |
| Valor del KWh (22:00 pm a 08:00 am) | \$0,08 ctvs. de dólar |
| Costo por Km recorrido | 0,012 ctvs. de dólar por Km |

| Descripción | Valor |
|---|--------------------------------|
| Costo del galón de combustible | \$1,85 dólares |
| Kilometraje recorrido por galón | 40 km |
| Costo de combustible por kilometro | \$ 0,046 ctvs. de dólar |
| Costo de combustible recorriendo 250 Km | \$11,50 dólares |
| Costo de combustible recorriendo 7500 Km | \$345,00 dólares |





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

COMPARATIVA ENTRE LOS VEHÍCULOS EN ESTUDIO



BYD e5 400

VS



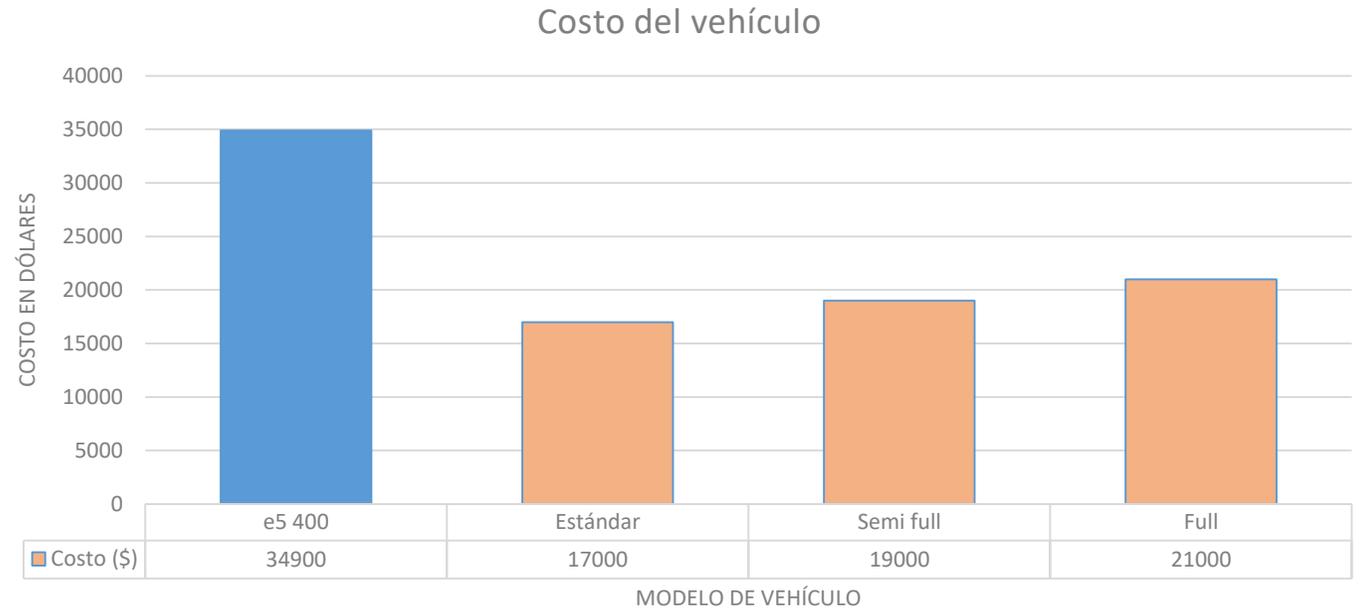
KIA RIO R





COSTO DE ADQUISICIÓN

| Tipo | Modelo | Costo (USD) |
|-----------|-----------|-------------|
| BYD | e5 400 | 34900,00 |
| | Estándar | 17000,00 |
| KIA Rio R | Semi full | 19000,00 |
| | Full | 21000,00 |

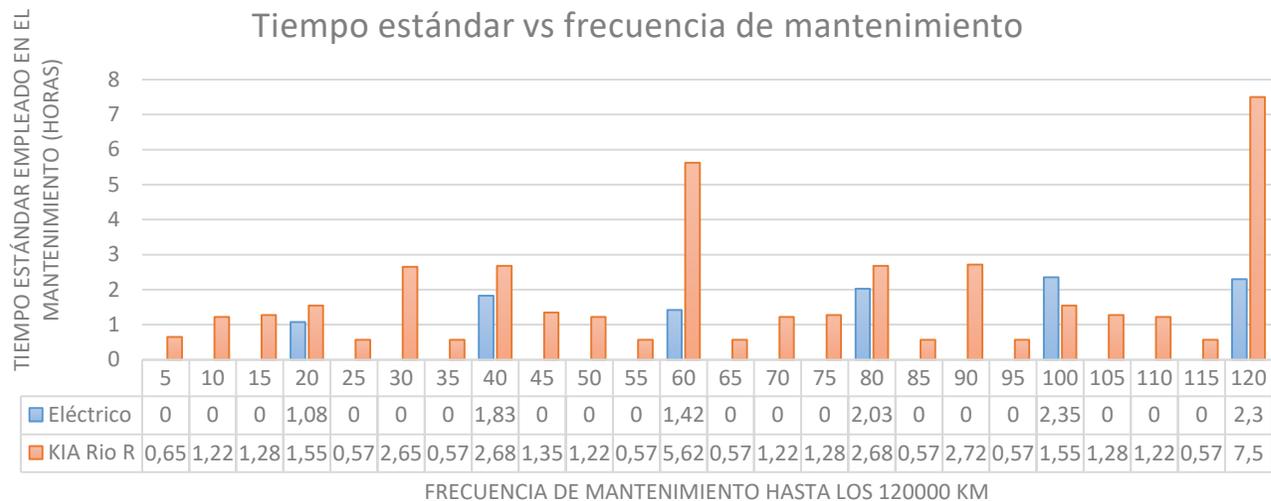


| BYD e5 vs Estándar | | BYD e5 vs Semi full | | BYD e5 vs Full | |
|--------------------|------------|---------------------|------------|----------------|------------|
| Porcentual | USD | Porcentual | USD | Porcentual | USD |
| 51,28% | \$17900,00 | 45,56% | \$15900,00 | 39,83% | \$13900,00 |





INTERVALO DE MANTENIMIENTO Y TIEMPO ESTÁNDAR



| Km (x1000) | Tiempo estándar (Horas) | |
|--------------|-------------------------|--------------|
| | Eléctrico | MCI |
| 5 | 0 | 0,65 |
| 10 | 0 | 1,22 |
| 15 | 0 | 1,28 |
| 20 | 1,08 | 1,55 |
| 25 | 0 | 0,57 |
| 30 | 0 | 2,65 |
| 35 | 0 | 0,57 |
| 40 | 1,83 | 2,68 |
| 45 | 0 | 1,35 |
| 50 | 0 | 1,22 |
| 55 | 0 | 0,57 |
| 60 | 1,42 | 5,62 |
| 65 | 0 | 0,57 |
| 70 | 0 | 1,22 |
| 75 | 0 | 1,28 |
| 80 | 2,03 | 2,68 |
| 85 | 0 | 0,57 |
| 90 | 0 | 2,72 |
| 95 | 0 | 0,57 |
| 100 | 2,35 | 1,55 |
| 105 | 0 | 1,28 |
| 110 | 0 | 1,22 |
| 115 | 0 | 0,57 |
| 120 | 2,30 | 7,50 |
| Total | 11,01 | 41,66 |

| BYD e5 vs MCI | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 20000 km | 40000 km | 60000 km | 80000 km | 100000 km | 120000 km |
| 30,32% - 0,47 h | 31,72% - 0,85 h | 74,73% - 4,20 h | 24,25% - 0,65 h | 34,04% - 0,8 h | 34,04% - 5,20 h |

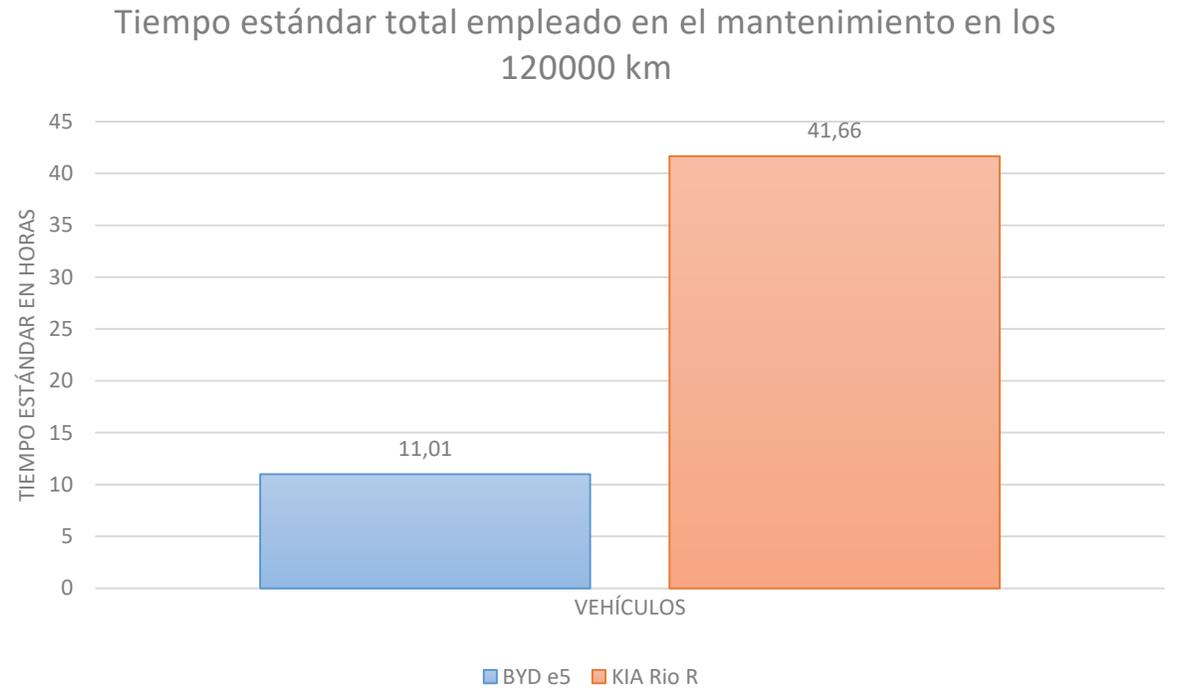




TIEMPO EMPLEADO PARA EL MANTENIMIENTO HASTA LOS 120000 KM

| Tipo | Horas |
|-----------|-------|
| Eléctrico | 11,01 |
| MCI | 41,66 |

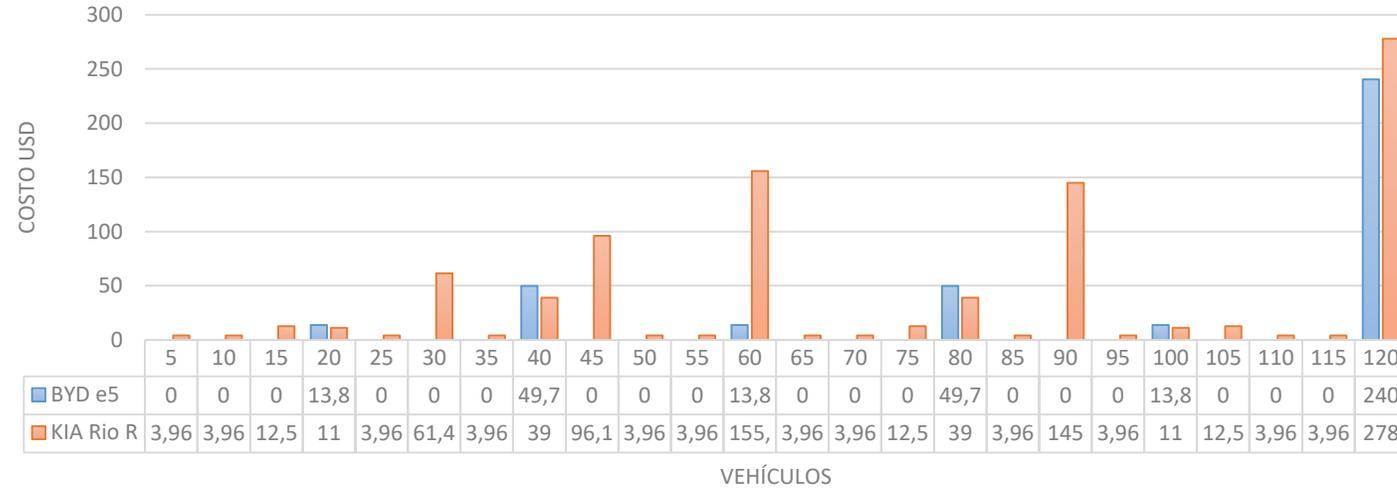
| BYD e5 vs MCI | |
|---------------|-------|
| Porcentual | Horas |
| 73,57% | 30,65 |





COSTO DE REPUESTOS

Costo de repuestos



BYD e5 vs MCI

| 20000 km | 40000 km | 60000 km | 80000 km | 100000 km | 120000 km |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 19,99% - \$2,72 | 21,51% - \$10,69 | 91,16% - \$141,94 | 21,51% - \$10,69 | 19,99% - \$2,72 | 13,53% - \$37,60 |

| Km (x1000) | Costos repuestos USD | |
|--------------|----------------------|---------------|
| | Eléctrico | MCI |
| 5 | 0 | 3,96 |
| 10 | 0 | 3,96 |
| 15 | 0 | 12,54 |
| 20 | 13,76 | 11,01 |
| 25 | 0 | 3,96 |
| 30 | 0 | 61,41 |
| 35 | 0 | 3,96 |
| 40 | 49,70 | 39,01 |
| 45 | 0 | 96,13 |
| 50 | 0 | 3,96 |
| 55 | 0 | 3,96 |
| 60 | 13,76 | 155,70 |
| 65 | 0 | 3,96 |
| 70 | 0 | 3,96 |
| 75 | 0 | 12,54 |
| 80 | 49,70 | 39,01 |
| 85 | 0 | 3,96 |
| 90 | 0 | 145,00 |
| 95 | 0 | 3,96 |
| 100 | 13,76 | 11,01 |
| 105 | 0 | 12,54 |
| 110 | 0 | 3,96 |
| 115 | 0 | 3,96 |
| 120 | 240,44 | 278,04 |
| Total | 381,12 | 921,46 |



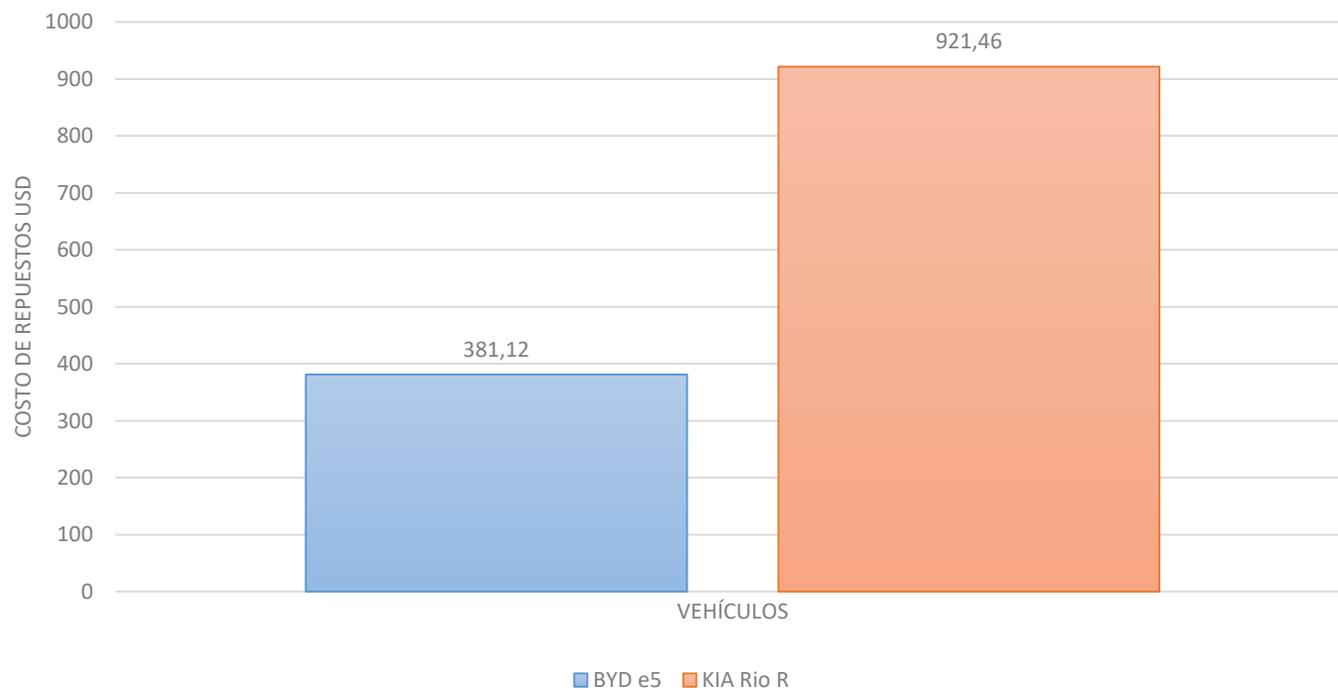


COSTO DE REPUESTOS HASTA LOS 120000 KM

| Tipo | Costo USD |
|-----------|-----------|
| Eléctrico | 381,12 |
| MCI | 921,46 |

| BYD e5 vs MCI | |
|---------------|-----------|
| Porcentual | Costo USD |
| 59,52% | \$560,34 |

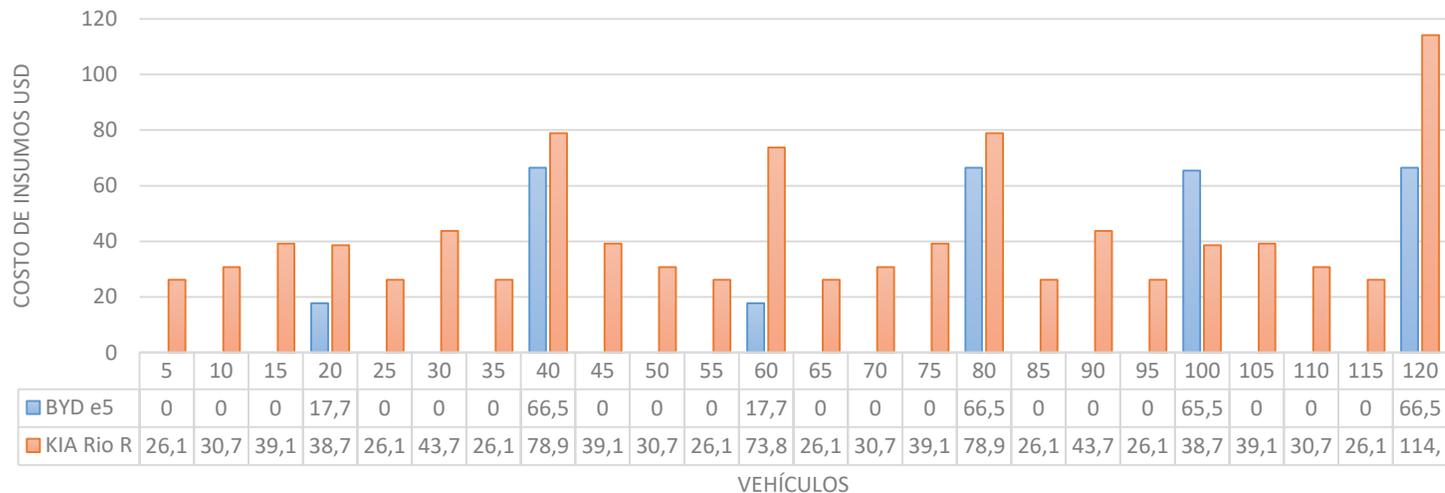
Costo total de repuestos en los 120000 km





COSTO DE INSUMOS

Costo de Insumos



BYD e5 vs MCI

| 20000 km | 40000 km | 60000 km | 80000 km | 100000 km | 120000 km |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 54,22% - \$20,96 | 15,75% - \$12,43 | 76,02% - \$56,10 | 15,75% - \$12,43 | 40,93% - \$26,79 | 41,74% - \$47,62 |

| Km (x1000) | Costo insumos USD | |
|--------------|-------------------|---------------|
| | Eléctrico | MCI |
| 5 | 0 | 26,12 |
| 10 | 0 | 30,70 |
| 15 | 0 | 39,12 |
| 20 | 17,70 | 38,66 |
| 25 | 0 | 26,12 |
| 30 | 0 | 43,70 |
| 35 | 0 | 26,12 |
| 40 | 66,48 | 78,91 |
| 45 | 0 | 39,12 |
| 50 | 0 | 30,70 |
| 55 | 0 | 26,12 |
| 60 | 17,70 | 73,80 |
| 65 | 0 | 26,12 |
| 70 | 0 | 30,70 |
| 75 | 0 | 39,12 |
| 80 | 66,48 | 78,91 |
| 85 | 0 | 26,12 |
| 90 | 0 | 43,70 |
| 95 | 0 | 26,12 |
| 100 | 65,45 | 38,66 |
| 105 | 0 | 39,12 |
| 110 | 0 | 30,70 |
| 115 | 0 | 26,12 |
| 120 | 66,48 | 114,10 |
| Total | 300,29 | 998,68 |





COSTO DE INSUMOS HASTA LOS 120000 KM

| Tipo | Costo USD |
|-----------|-----------|
| Eléctrico | 300,29 |
| MCI | 998,68 |

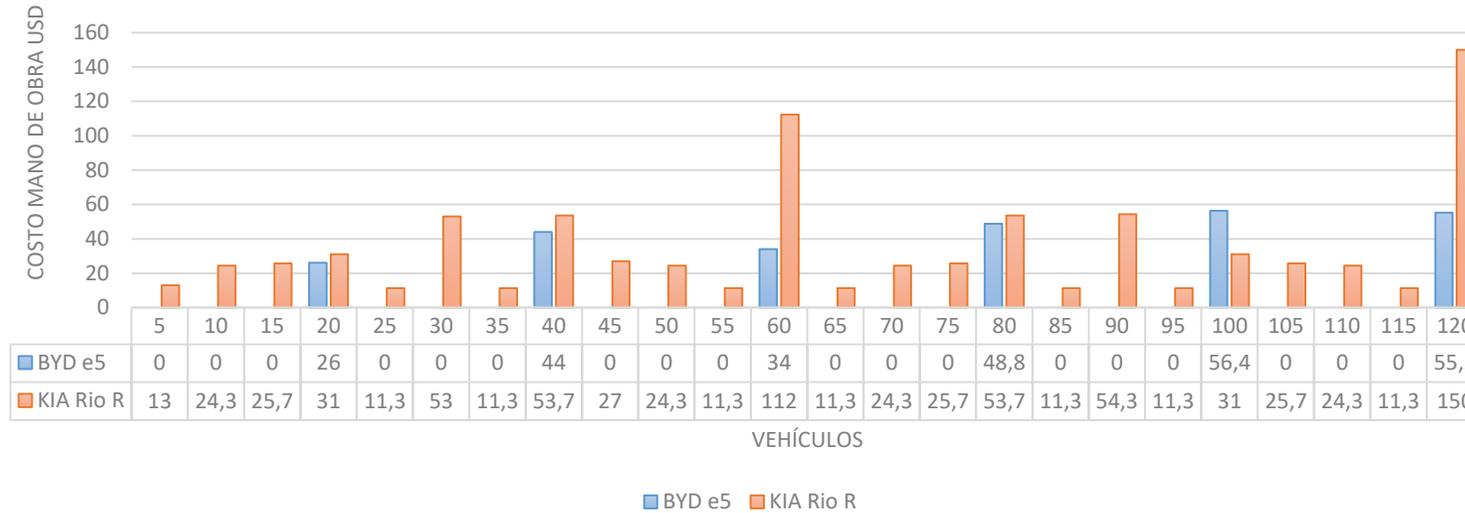
| BYD e5 vs MCI | |
|---------------|-----------|
| Porcentual | Costo USD |
| 69,93% | \$698,39 |





COSTO DE MANO DE OBRA

Costo de mano de obra



| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 |
|-----------|----|------|------|----|------|----|------|------|----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| BYD e5 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 34 | 0 | 0 | 0 | 48,8 | 0 | 0 | 0 | 56,4 | 0 | 0 | 0 | 55,2 |
| KIA Rio R | 13 | 24,3 | 25,7 | 31 | 11,3 | 53 | 11,3 | 53,7 | 27 | 24,3 | 11,3 | 112 | 11,3 | 24,3 | 25,7 | 53,7 | 11,3 | 54,3 | 11,3 | 31 | 25,7 | 24,3 | 11,3 | 150 |

BYD e5 vs MCI

| 20000 km | 40000 km | 60000 km | 80000 km | 100000 km | 120000 km |
|-----------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|------------------|
| 16,13% - \$5,00 | 18,01% - \$9,66 | 69,73% - \$78,33 | 9,07% - \$4,87 | 45,04% - \$25,40 | 63,20% - \$94,80 |

| Km (x1000) | Costo mano de obra USD | |
|--------------|------------------------|---------------|
| | Eléctrico | MCI |
| 5 | 0 | 13,00 |
| 10 | 0 | 24,33 |
| 15 | 0 | 25,67 |
| 20 | 26,00 | 31,00 |
| 25 | 0 | 11,33 |
| 30 | 0 | 53,00 |
| 35 | 0 | 11,33 |
| 40 | 44,00 | 53,67 |
| 45 | 0 | 27,00 |
| 50 | 0 | 24,33 |
| 55 | 0 | 11,33 |
| 60 | 34,00 | 112,33 |
| 65 | 0 | 11,33 |
| 70 | 0 | 24,33 |
| 75 | 0 | 25,67 |
| 80 | 48,80 | 53,67 |
| 85 | 0 | 11,33 |
| 90 | 0 | 54,33 |
| 95 | 0 | 11,33 |
| 100 | 56,40 | 31,00 |
| 105 | 0 | 25,67 |
| 110 | 0 | 24,33 |
| 115 | 0 | 11,33 |
| 120 | 55,20 | 150,00 |
| Total | 264,40 | 832,64 |





COSTO DE MANO DE OBRA HASTA LOS 120000 KM

| Tipo | Costo USD |
|-----------|-----------|
| Eléctrico | 264,40 |
| MCI | 832,64 |

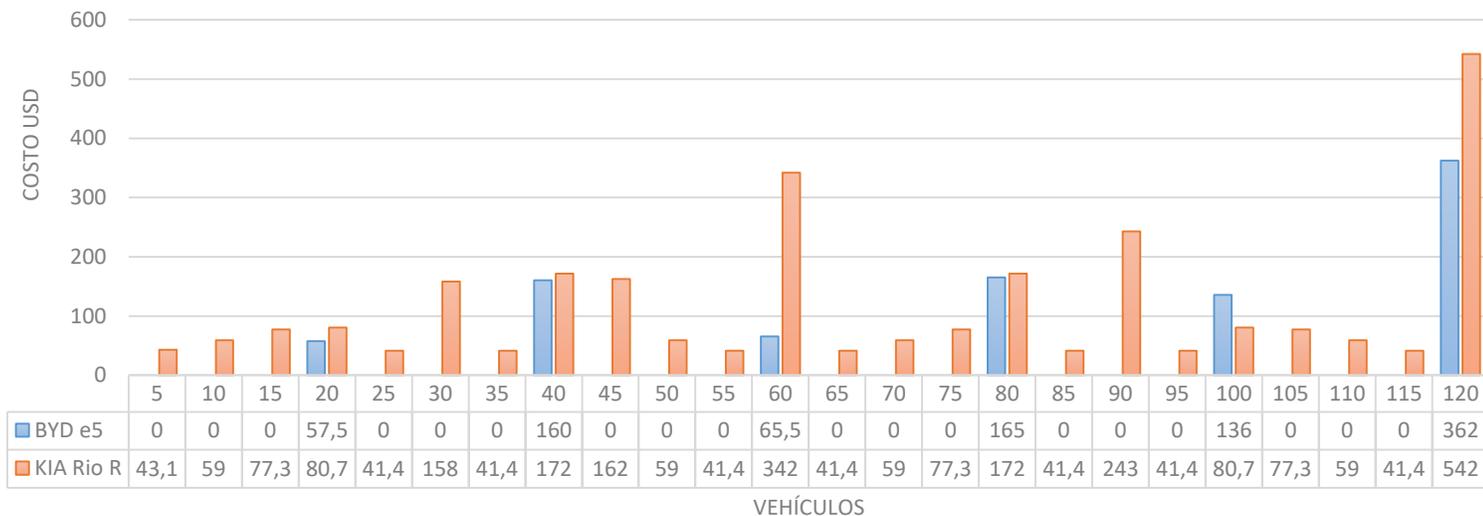
| BYD e5 vs MCI | |
|---------------|-----------|
| Porcentual | Costo USD |
| 68,25% | \$568,24 |





COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO

Costo total del mantenimiento



BYD e5 vs MCI

| 20000 km | 40000 km | 60000 km | 80000 km | 100000 km | 120000 km |
|------------------|-----------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|
| 28,77% - \$23,21 | 6,65% - \$11,41 | 80,85% - \$276,37 | 3,85% - \$6,61 | 40,51% - \$54,94 | 33,21% - \$180,02 |

| Km (x1000) | Costo total de mantenimiento USD | |
|--------------|----------------------------------|----------------|
| | Eléctrico | MCI |
| 5 | 0 | 43,08 |
| 10 | 0 | 58,99 |
| 15 | 0 | 77,33 |
| 20 | 57,46 | 80,67 |
| 25 | 0 | 41,41 |
| 30 | 0 | 158,11 |
| 35 | 0 | 41,41 |
| 40 | 160,18 | 171,59 |
| 45 | 0 | 162,25 |
| 50 | 0 | 58,99 |
| 55 | 0 | 41,41 |
| 60 | 65,46 | 341,83 |
| 65 | 0 | 41,41 |
| 70 | 0 | 58,99 |
| 75 | 0 | 77,33 |
| 80 | 164,98 | 171,59 |
| 85 | 0 | 41,41 |
| 90 | 0 | 243,03 |
| 95 | 0 | 41,41 |
| 100 | 135,61 | 80,67 |
| 105 | 0 | 77,33 |
| 110 | 0 | 58,99 |
| 115 | 0 | 41,41 |
| 120 | 362,12 | 542,14 |
| Total | 945,81 | 2752,78 |

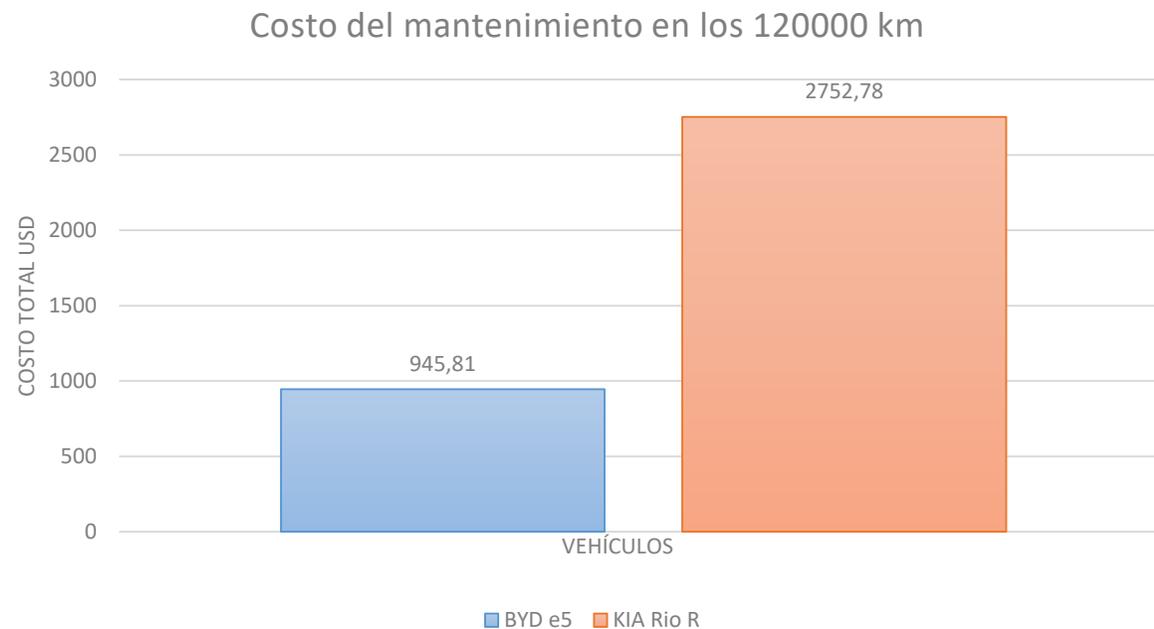




COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO A LOS 120000 KM

| Tipo | Costo USD |
|-----------|-----------|
| Eléctrico | 945,81 |
| MCI | 2752,78 |

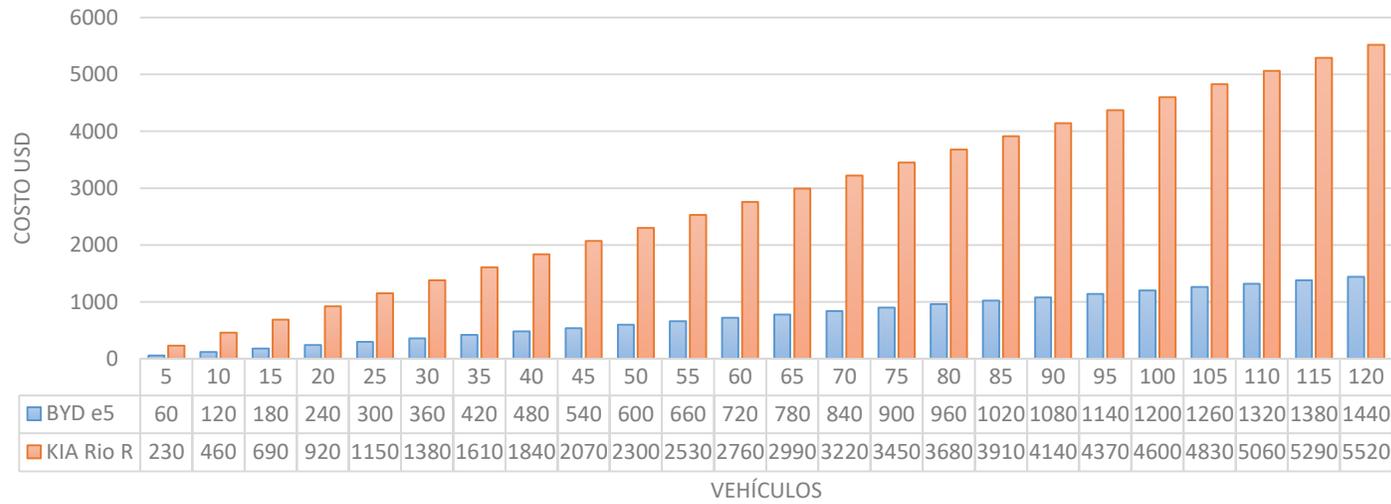
| BYD e5 vs MCI | |
|---------------|-----------|
| Porcentual | Costo USD |
| 65,64% | \$1806,97 |





AUTONOMÍA

Costo de energía eléctrica y combustible



BYD e5 vs MCI

| Porcentual | Costo USD |
|------------|-----------|
| 73,92% | \$4080,00 |

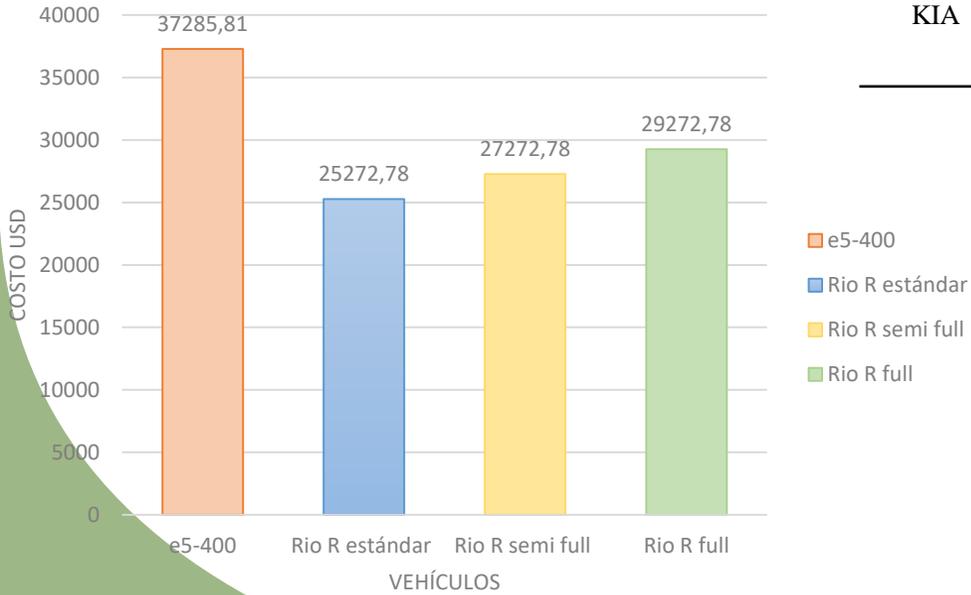
| Km (x1000) | Costo total consumo energía eléctrica y combustible USD | |
|---------------|---|---------|
| | Eléctrico | MCI |
| 5 | 60,00 | 230,00 |
| 10 | 120,00 | 460,00 |
| 15 | 180,00 | 690,00 |
| 20 | 240,00 | 920,00 |
| 25 | 300,00 | 1150,00 |
| 30 | 360,00 | 1380,00 |
| 35 | 420,00 | 1610,00 |
| 40 | 480,00 | 1840,00 |
| 45 | 540,00 | 2070,00 |
| 50 | 600,00 | 2300,00 |
| 55 | 660,00 | 2530,00 |
| 60 | 720,00 | 2760,00 |
| 65 | 780,00 | 2990,00 |
| 70 | 840,00 | 3220,00 |
| 75 | 900,00 | 3450,00 |
| 80 | 960,00 | 3680,00 |
| 85 | 1020,00 | 3910,00 |
| 90 | 1080,00 | 4140,00 |
| 95 | 1140,00 | 4370,00 |
| 100 | 1200,00 | 4600,00 |
| 105 | 1260,00 | 4830,00 |
| 110 | 1320,00 | 5060,00 |
| 115 | 1380,00 | 5290,00 |
| 120 | 1440,00 | 5520,00 |





COSTO TOTAL

Costo total de los vehículos en estudio



| Marca | Modelo | Costo de adquisición | Costo de mantenimiento | Costo de energía eléctrica/combustible | Costo total |
|-------|-----------------|----------------------|------------------------|--|-------------|
| | | USD | USD | USD | |
| BYD | e5-400 | 34900,00 | 945,81 | 1440,00 | 37285,81 |
| | Rio R estándar | 17000,00 | | | 25272,78 |
| KIA | Rio R semi full | 19000,00 | 2752,78 | 5520,00 | 27272,78 |
| | Rio R full | 21000,00 | | | 29272,78 |

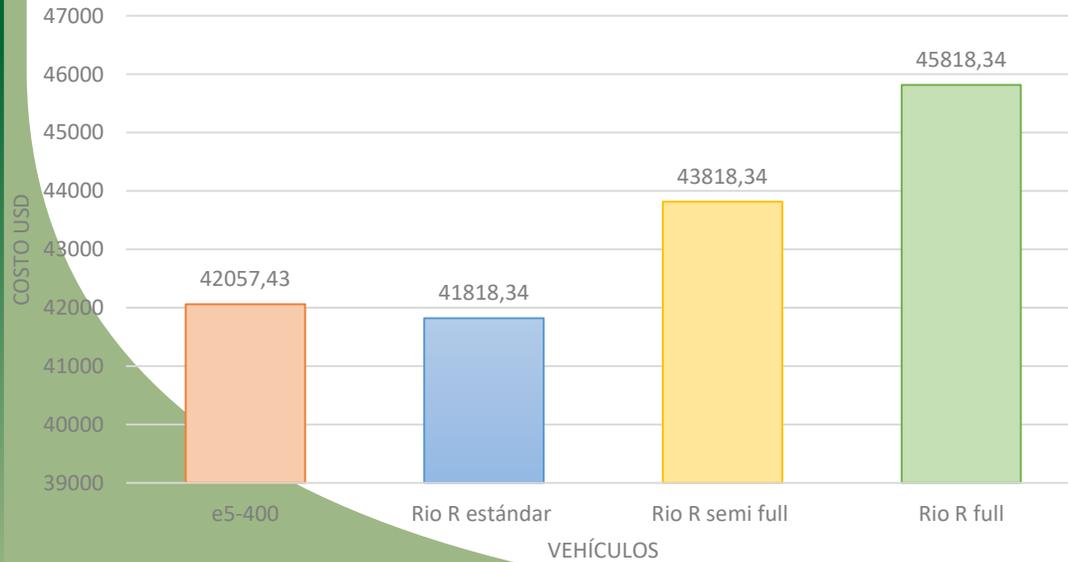
| BYD E5 vs Estándar | | BYD E5 vs Semi full | | BYD E5 vs Full | |
|--------------------|------------|---------------------|------------|----------------|-----------|
| Porcentual | USD | Porcentual | USD | Porcentual | USD |
| 32,22% | \$12013,03 | 26,85% | \$10013,03 | 21,49% | \$8013,03 |



PROYECCIÓN A LOS 36000 KM

| Modelo | Costo de adquisición USD | Costo mantenimiento + energía eléctrica/combustible USD | Costo de | Costo total a los |
|-----------------|--------------------------|---|---|-------------------|
| | | | mantenimiento + autonomía a los 360000 km USD | 360000 km USD |
| e5-400 | 34900,00 | 2385,81 | 7157,43 | 42057,43 |
| Rio R estándar | 17000,00 | | | 41818,34 |
| Rio R semi full | 19000,00 | 8272,78 | 24818,34 | 43818,34 |
| Rio R full | 21000,00 | | | 45818,34 |

Costo total de los vehículos a los 360000 km



| BYD E5 vs Estándar | | BYD E5 vs Semi full | | BYD E5 vs Full | |
|--------------------|----------|---------------------|-----------|----------------|-----------|
| Porcentual | USD | Porcentual | USD | Porcentual | USD |
| 0,57% | \$239,09 | 4,02% | \$1760,91 | 8,21% | \$3760,91 |





COSTO DE LA FLOTA EXISTENTE EN LOJA

| Marca | Modelo | Costo de adquisición USD | Tiempo de ejecución (Horas) | Costo de mantenimiento USD | Costo de energía eléctrica/combustible USD | Costo unidad | # de unidades | Costo total 12000 km USD | Costo total 36000 km USD |
|-------|-----------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|--------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| BYD | e5-400 | 34900,00 | 11,01 | 945,81 | 1440,00 | 37285,11 | 35 | 1305003,35 | 1472010,05 |
| | Rio R estándar | 17000,00 | | | | 25272,78 | 35 | 884547,30 | 1463641,90 |
| KIA | Rio R semi full | 19000,00 | 41,66 | 2752,78 | 5520,00 | 27272,78 | 35 | 954547,30 | 1533641,90 |
| | Rio R full | 21000,00 | | | | 29272,78 | 35 | 1024547,30 | 1603641,90 |

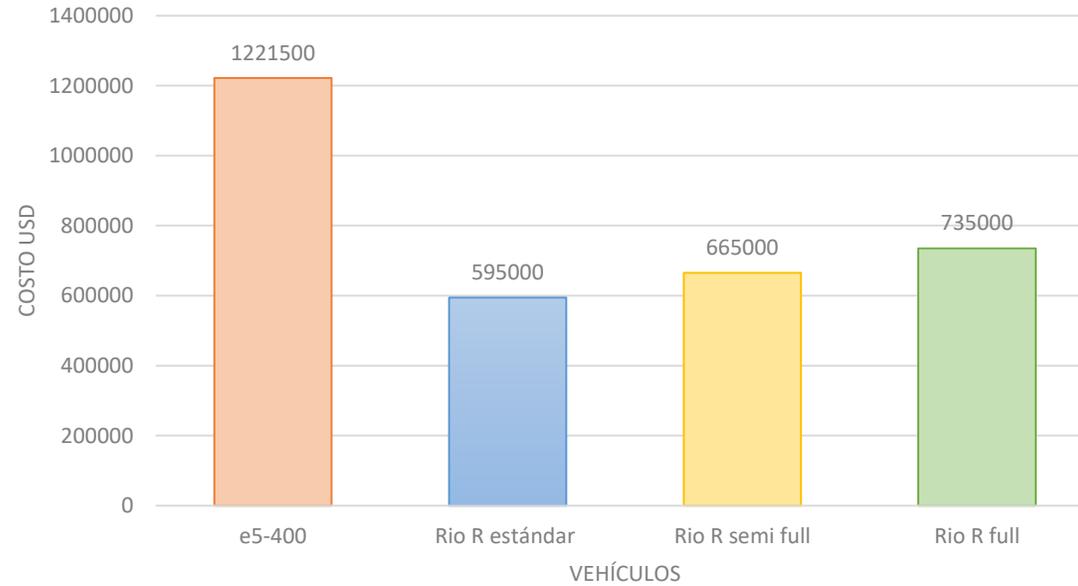
“ELECTRI LOJA ECOLOSUR S.A”





COSTO DE ADQUISICIÓN FLOTA

Costo de adquisición de la flota



| BYD E5 vs Estándar | | BYD E5 vs Semi full | | BYD E5 vs Full | |
|--------------------|-------------|---------------------|-------------|----------------|-------------|
| Porcentual | USD | Porcentual | USD | Porcentual | USD |
| 51,29% | \$626500,00 | 45,56% | \$556500,00 | 39,83% | \$486500,00 |



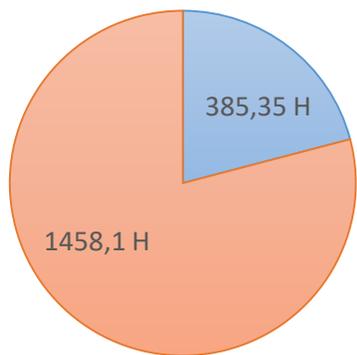


COSTO DE MANTENIMIENTO Y AUTONOMÍA

Tiempo de ejecución mantenimiento de la flota

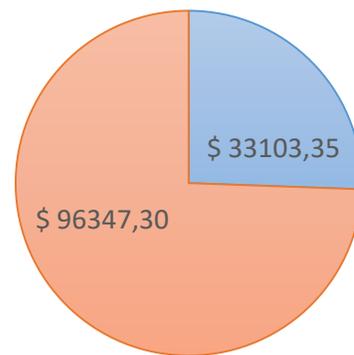
Costo de mantenimiento de la flota

Costo de energía eléctrica / combustible de la flota



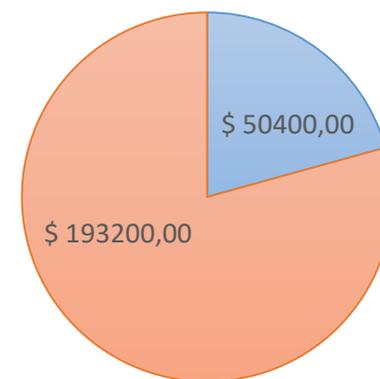
■ BYD e5 ■ KIA Rio R

| Flota BYD e5 vs MCI | |
|---------------------|---------|
| Porcentual | Horas |
| 73,57% | 1072,75 |



■ BYD e5 ■ KIA Rio R

| Flota BYD e5 vs MCI | |
|---------------------|------------|
| Porcentual | Costo USD |
| 65,64% | \$63243,95 |



■ BYD e5 ■ KIA Rio R

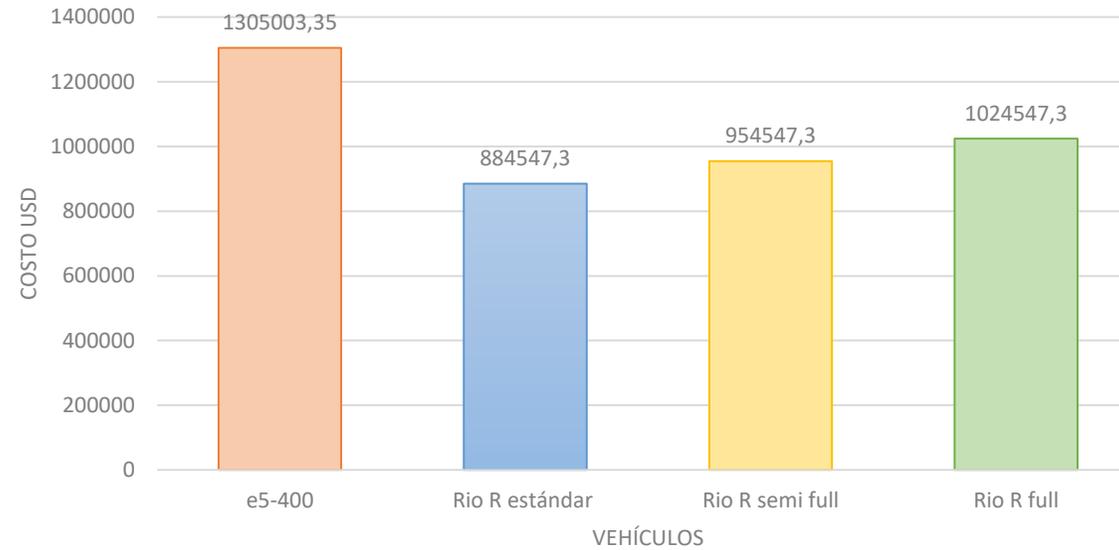
| Flota BYD e5 vs MCI | |
|---------------------|-------------|
| Porcentual | Costo USD |
| 73,91% | \$142800,00 |





COSTO DE LA FLOTA A LOS 120000 KM

Costo de la flota según el modelo a los 120000 km



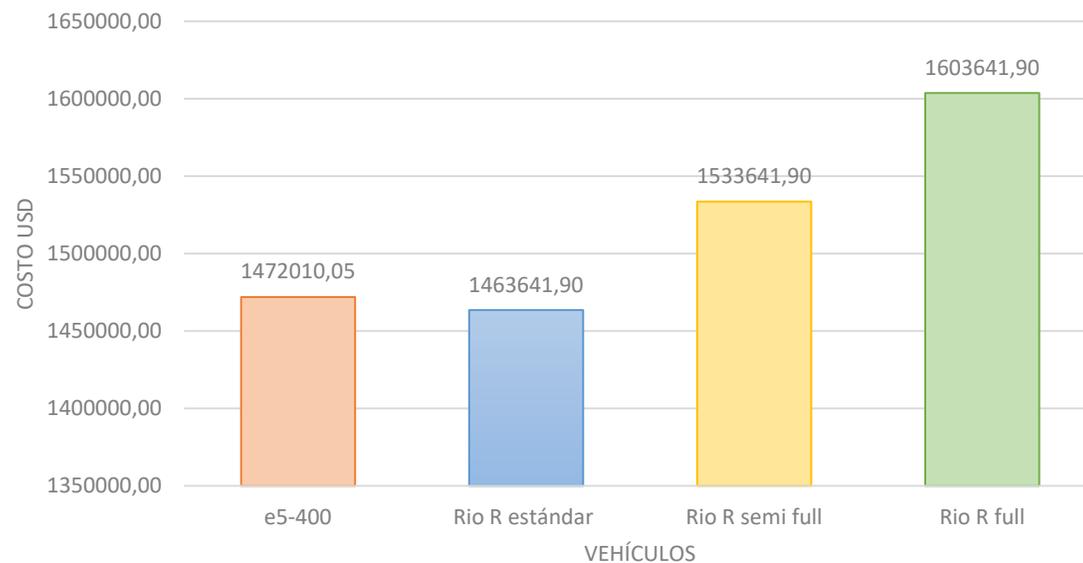
| BYD E5 vs Estándar | | BYD E5 vs Semi full | | BYD E5 vs Full | |
|--------------------|-------------|---------------------|-------------|----------------|-------------|
| Porcentual | USD | Porcentual | USD | Porcentual | USD |
| 32,22% | \$420456,05 | 26,85% | \$350456,05 | 21,49% | \$280456,05 |





COSTO DE LA FLOTA A LOS 360000 KM

Costo de la flota según el modelo a los 360000 km



| BYD E5 vs Estándar | | BYD E5 vs Semi full | | BYD E5 vs Full | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|------------|-----------------------|-------------|
| Porcentual | USD | Porcentual | USD | Porcentual | USD |
| 0,57% | \$8368,15 | 4,02% | \$61631,85 | 8,21% | \$131631,85 |





CONCLUSIONES

- ❖ Se fundamentó técnica y científicamente en base a fuentes bibliográficas confiables aspectos referentes a la programación y ejecución del mantenimiento preventivo en el vehículo, además de sustentar un proceso adecuado para la recolección, análisis y estandarización de tiempos.
- ❖ Se estableció una metodología de investigación que permitió recolectar, analizar y estandarizar los tiempos empleados en las operaciones de mantenimiento del vehículo eléctrico BYD e5.
- ❖ Se solicitó información del programa de mantenimiento del vehículo de combustión interna, así como el costo de repuestos, insumos, mano de obra y tiempo empleado en las actividades del mismo.





- ❖ Se levantó información del vehículo eléctrico BYD e5, mediante una visita de campo al taller autorizado por la empresa en la ciudad de Loja, en donde se obtuvo los tiempos de ejecución de cada tarea de mantenimiento, los mismos que se consideró como tiempos observados, para posteriormente estandarizar obteniendo los siguientes: 65 minutos para el mantenimiento de 20000 km, 110 minutos para el de 40000 km, 85 minutos para el de 60000 km, 122 minutos para el de 80000 km, 141 minutos para el de 100000 km y finalmente 138 minutos para el mantenimiento de 120000 km.
- ❖ Se analizaron las rutinas de mantenimiento de los vehículos en estudio, obteniendo que para el automotor eléctrico BYD e5, se tiene 6 intervalos de mantenimiento hasta los 120000 km, empleando un tiempo total de 661 minutos equivalente a 11,01 horas, mientras que para el de combustión interna son 24 intervalos de mantenimiento empleando 2498 minutos equivalente a 41,66 horas, por lo tanto el MCI emplea más tiempo en su mantenimiento que en un valor porcentual es de 73.57%.





- ❖ Se determinó que para el periodo de 120000 km el vehículo eléctrico BYD e5 emplea 9 insumos y 5 repuestos, alternado su uso dependiendo el mantenimiento que se realice acorde al kilometraje, con un costo total al final del mismo de \$300,29 dólares en insumos y \$381,12 en repuestos, mientras que el automotor con MCI emplea 9 insumos y 16 repuestos, de la misma forma alterna su uso dependiendo el kilometraje de mantenimiento con un valor de \$998,68 dólares en insumos y \$921,46 dólares en repuestos al finalizar el periodo en comparación, por lo tanto el de combustión interna representa 69,93% más costoso en insumos y 59,52% en repuestos en comparación al auto eléctrico.
- ❖ Se comparó el costo de mano de obra de los vehículos en estudio, obteniendo que para el automotor BYD e5, el costo por hora es de \$24,00 dolores, valor que se cobra en el taller autorizado en la ciudad de Loja, al finalizar el periodo de 120000 km se empleó un costo de \$264,40 dólares, mientras que para el MCI el costo por hora es de \$20,00 dólares empleando al final del periodo en estudio un total de \$832,64 dólares, la diferencia que existe en un valor porcentual es de 68,25%, lo que representa que la mano de obra es más costosa en el vehículo de combustión interna.





- ❖ Se determinó el costo total del mantenimiento preventivo de los vehículos en estudio al finalizar los 120000 km, obteniendo que para el auto eléctrico BYD e5 es de \$945,81 dólares y para el de combustión interna es de \$2752,78 dólares, existiendo una diferencia porcentual de 65,64%, lo que representa que el automotor eléctrico tenga un mantenimiento menos costoso en comparación al MCI.
- ❖ Se analizó el costo de la autonomía de los vehículos en estudio en el periodo de 120000 km, para el auto eléctrico BYD e5, el costo de energía eléctrica por kWh y para el MCI el costo de combustible extra de 87 octanos, obteniendo el costo por kilómetro recorrido de \$0,012 y \$0,047 centavos de dólar respectivamente, por lo tanto al finalizar el periodo de estudio el costo es de \$1440,00 dólares en el automotor eléctrico y \$5520,00 dólares en el de combustión interna, existiendo una diferencia porcentual de 73,92%, por ende, la autonomía del MCI es más costosa en comparación al eléctrico.





- ❖ Se realizó una comparación final entre el costo de adquisición, mantenimiento preventivo y autonomía de los vehículos en estudio en el periodo de los 120000 km, obteniendo que el auto eléctrico tiene un costo total de \$37285,81 dólares y las versiones del MCI estándar, semi full y full tienen un costo de \$25272,78 dólares, \$27272,78 dolores y \$29272,78 dólares respectivamente, existiendo una diferencia porcentual con la versión estándar de 32,22%, con la versión semi full de 26,85% y con la versión full de 21,49%, por ende en este periodo el vehículo eléctrico es más costoso con cualquier versión de su similar de combustión interna.
- ❖ Se realizo una proyección para determinar el kilometraje en el cual el vehículo eléctrico BYD e5 será más rentable, obteniendo así que a los 360000 km el costo del mismo es de \$42057,43 dólares, mientras que las versiones del MCI estándar, semi full y full tienen un costo de \$41818,34 dólares, \$43818,34 dólares y \$45818,34 dólares respectivamente, existiendo una diferencia porcentual con la versión estándar de 0,57%, con la versión semi full de 4,02% y con la versión full de 8,21%, por ende, en este periodo el vehículo eléctrico es más costoso con relación a la versión estándar, pero tiene menor costo con la versión semi full que es la más utilizada en la línea de taxis.





- ❖ Se realizó una comparación entre una flota de 35 unidades de los vehículos en estudio en un periodo de 120000 km, obteniendo que la flota de BYD e5 es más costosa en un 51,29% es decir \$626500,00 dólares más que la versión estándar de la flota de MCI, de la misma forma es superior en un 45,56% equivalente a \$556500,00 dólares al modelo de flota semi full y con respecto a la flota de versión full su costo es un 39,83% más elevado lo que representa una diferencia de \$486500,00 dólares.
- ❖ Se realizó una proyección de las flotas de vehículos en estudio a los 360000 km, obteniendo que la flota de BYD e5 es más costosa en un 0,57% es decir \$8368,15 dólares más que la versión estándar de la flota de MCI, pero es inferior en un 4,02% equivalente a \$61631,85 dólares al modelo de flota semi full y con respecto a la flota de versión full su costo es un 8,21% más económico lo que representa una diferencia de \$131631,85 dólares.





- ❖ Se concluye que en base a la resolución No. 053-DIR-2015-ANT, los vehículos destinados a taxis ejecutivos tienen una vida útil de 10 años, por tal motivo el auto eléctrico BYD e5 ocupa 4 años de este tiempo para equiparar costos de adquisición, mantenimiento preventivo y autonomía, a partir del 5 año hasta cumplir este periodo el vehículo se convierte en un auto rentable para su dueño, en comparación con su similar de combustión interna.





RECOMENDACIONES

- ❖ Al momento de tomar datos de tiempos y distancias, se debe notificar a los técnicos encargados del mantenimiento y evitar interferir en la realización de las mismas, no se debe entablar conversaciones con el personal ya que distrae y desconcentra a los mismos.
- ❖ El observador debe mantener una distancia prudente con el personal técnico a cargo del mantenimiento.





- ❖ Realizar un tablero de tiempos donde se registra todos los tiempos observados, por actividad de mantenimiento, el mismo que puede ser realizado en una hoja Excel o en un formato pre establecido para su fácil comprensión y evitar que los tiempos sean erróneos.
- ❖ Al desarrollar el diagrama de procesos, se debe conocer el significado de cada operación, inspección, transporte, operación, demora y almacenamiento.
- ❖ Para complementar este análisis se debe realizar un estudio del mantenimiento correctivo de los vehículos implicados para validar el costo total al final de la vida útil de los automotores.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“La derrota no es el peor de los fracasos. No intentarlo es el verdadero fracaso.”

George Edward





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Gracias por su atención

