



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Análisis del rendimiento de una bicicleta eléctrica antes y después de la implementación de sistemas de carga alternativo para determinar su eficiencia.**

Ulco Guambi, Miguel Angel

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo

Latacunga, 14 de septiembre del 2021



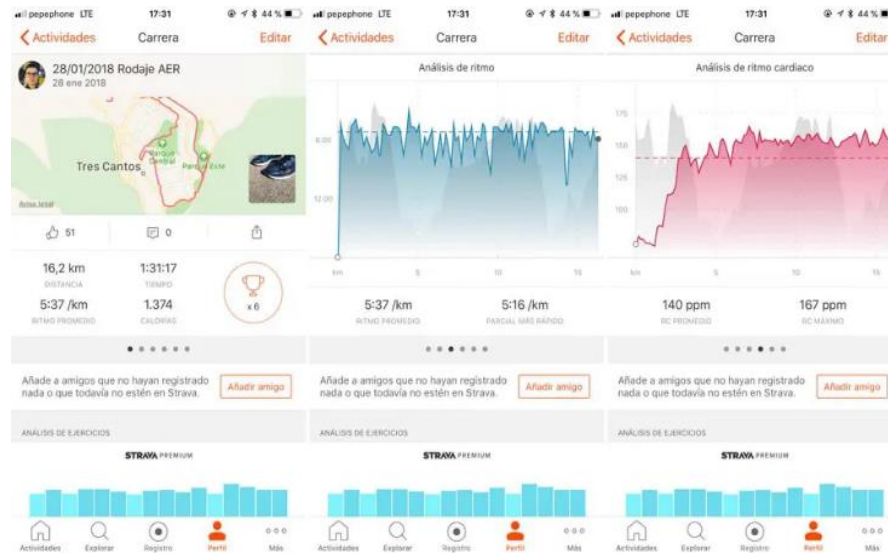
# Objetivos

Analizar el rendimiento de una bicicleta eléctrica antes y después de la implementación de un sistema de carga alternativo para determinar su eficiencia.

Implementar en una bicicleta con un sistema de propulsión eléctrica, el sistema alternativo de carga para realizar las pruebas de ruta antes y después de su instalación.

Recolectar los datos del rendimiento energético de la batería de una bicicleta eléctrica después de la implementación de sistemas de carga alternativos mediante la aplicación de pruebas de rendimiento para determinar su eficiencia.

Realizar comparativas del antes y después de la implementación de sistemas de carga alternativos mediante los datos obtenidos para determinar la reducción de ciclos de carga y la prolongación de la vida útil de la batería.



## Funciones de Strava:

- Registros de entrenamientos.
- Estadísticas acumuladas.
- Objetivos personalizados.
- Planes de entrenamiento.
- Análisis de las carreras.
- Datos de rendimiento en directo.
- Análisis de ritmo.
- Zonas de frecuencia de cardio personalizadas.
- Análisis del ejercicio.
- Análisis de potencia.
- Fitness y buen estado.
- Zonas de frecuencia cardiaca personalizadas.

## Bike Tracker

Aplicación

Diferentes deportes

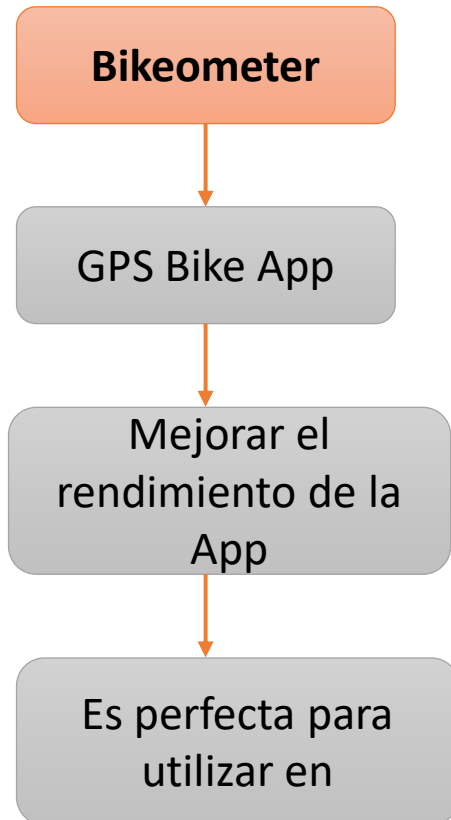
Señal de GPS



## Incluye las siguientes características:

- Medir y registrar la velocidad media y máxima, distancia de la ruta.
- Registrar el tiempo, ritmo, pendiente y calorías.
- Registrar la ruta en el mapa.
- Monitorear la altitud sobre el nivel del mar, con grabación mínima y máxima.
- Se puede ajustar y personalizar los datos que se mostraran en la pantalla principal
- Se guardan todos los datos y estadísticas realizar durante todo el día y se puede volver a revisar en el historial.

## Características de Bikeometer:



- Velocímetro gráfico y medidor de potencia.
- Cambio entre unidades métricas e imperiales.
- Velocidad de ciclo actual basada en el receptor GPS.
- Velocidad máxima del ciclismo
- Duración total de la ruta.
- Altitud proporcionada por GPS.
- Distancia recorrida.
- Mapa de Google.
- Guardar rutas.
- Exportar GPX y KML de ruta.
- Cantidad de calorías.
- Pausado automático.

## Los parámetros grabados por segundo:

- la longitud recorrida
- la latitud
- el desplazamiento en el X; Y; y Z
- la aceleración
- Velocidad
- el estado del motor
- los errores que presenta
- el seguimiento del mantenimiento



Torque

adaptador OBD II

configurar  
parámetros y  
añadir widgets

utilizar el GPS

exportar en un  
archivo RAR

# DESARROLLO DEL PROYECTO

## BICICLETA ELÉCTRICA



La bicicleta eléctrica consta de un motor eléctrico de 500w, velocidad máxima de 70km/h, acelerador, pantalla digital, selector de asistencia, sensor de pedaleo, batería de 48 V.

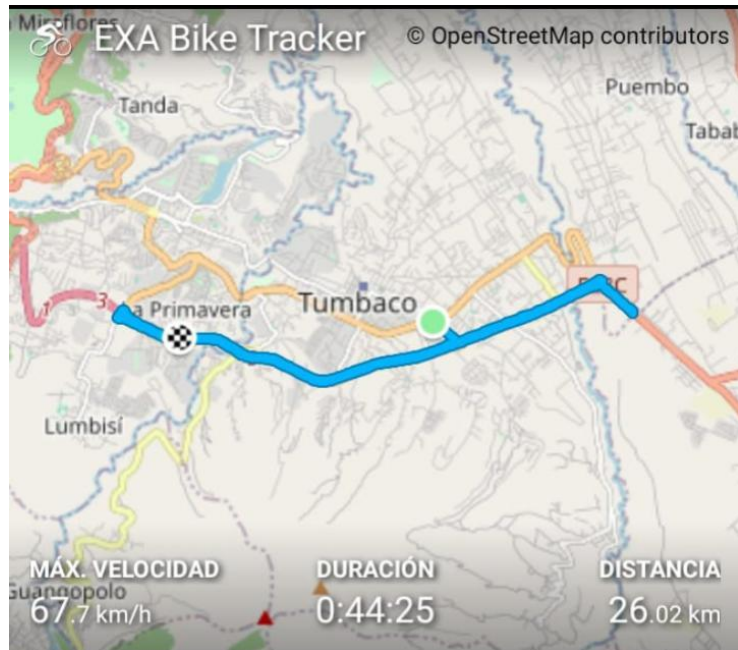
## SISTEMA DE CARGA



El sistema alternativo utilizado es Topsolar Kit de panel solar monocristalino 20W 12V con controlador de carga solar 10A + cable de extensión con clips de batería Terminal de junta tórica para RV Marine Boat Off Grid System

# PRUEBAS ANTES DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

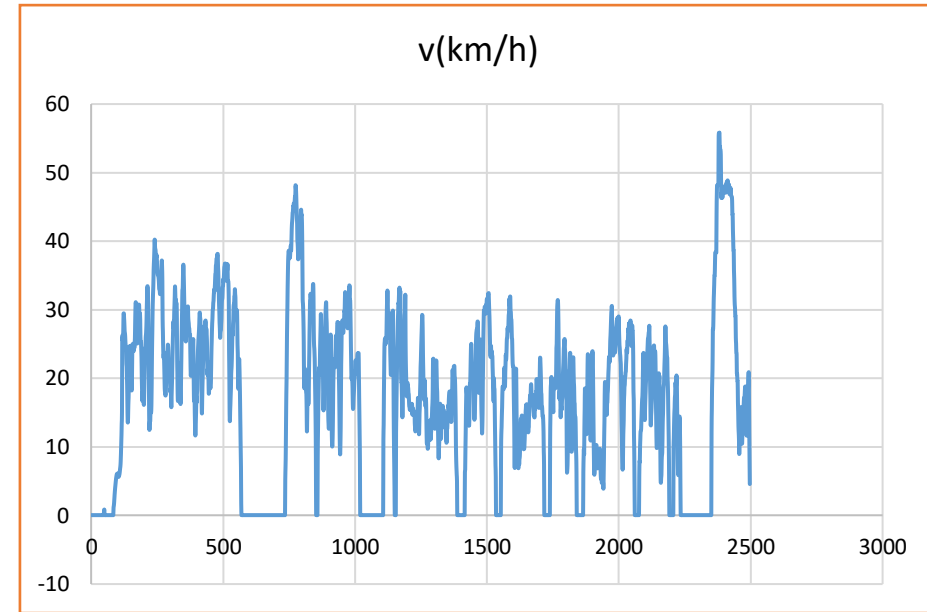
## Primera prueba



Ruta

Ciclo de conducción

Datos de prueba

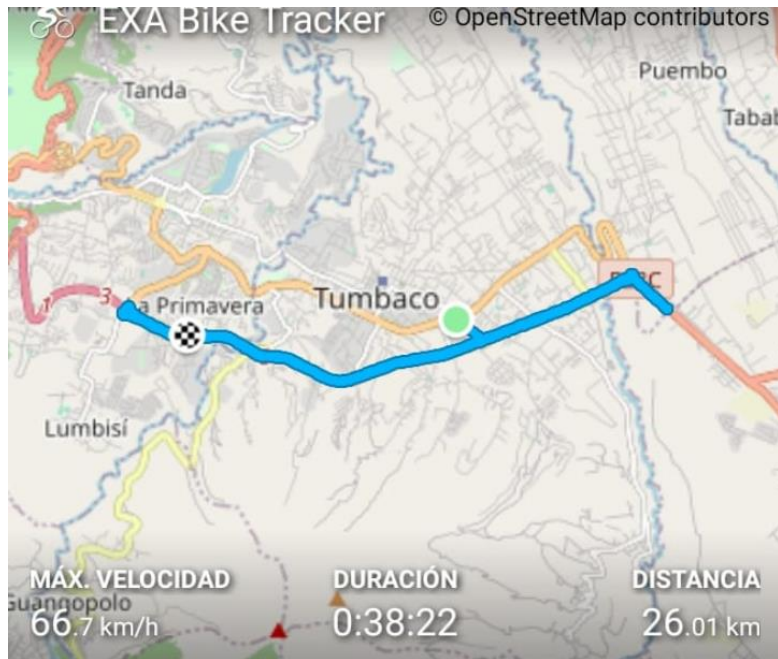


Punto alto	2504 msnm
Punto bajo	2306 msnm
Desnivel total	459 m
Tiempo	44 min 25 seg
Distancia	26.02 km
Velocidad media	35.1 km/h



# PRUEBAS ANTES DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

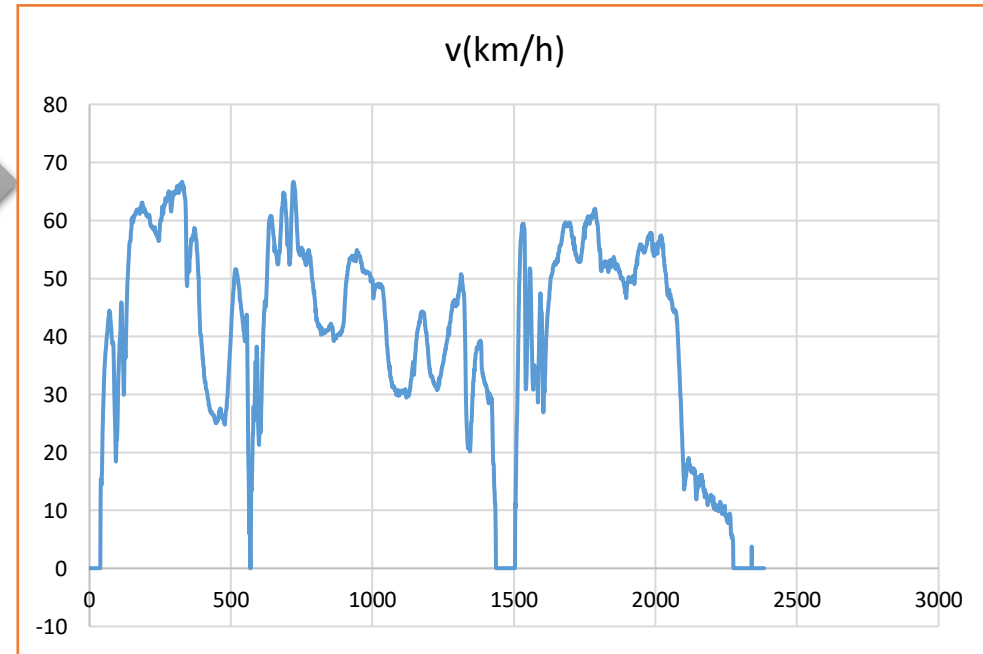
## Segunda prueba



Ruta

Ciclo de conducción

Datos de prueba



Punto alto

2501 msnm

Punto bajo

2302 msnm

Desnivel total

493 m

Tiempo

38 min 22 seg

Distancia

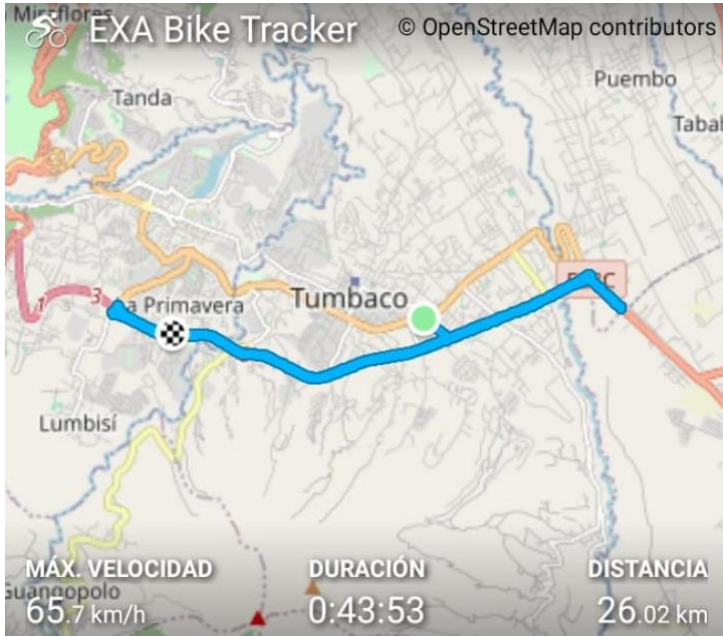
26.01 km

Velocidad media

40.7 km/h

# PRUEBAS ANTES DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

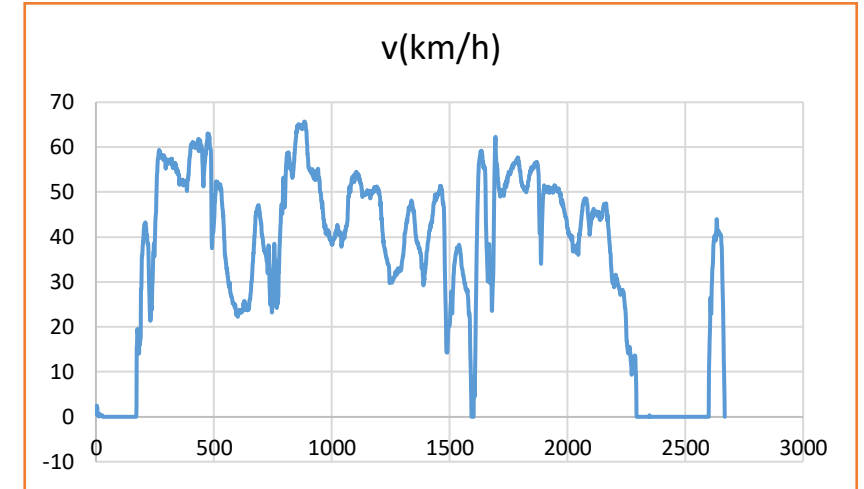
## Tercera prueba



Ruta

Ciclo de conducción

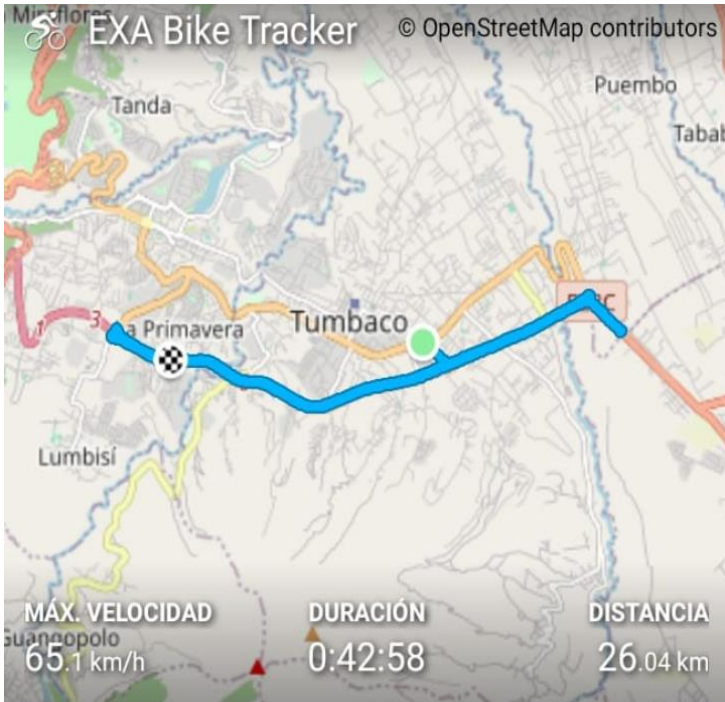
Datos de prueba



Punto alto	2494 msnm
Punto bajo	2303 msnm
Desnivel total	467 m
Tiempo	43 min 53 seg
Distancia	26.02 km
Velocidad media	35.5 km/h

# PRUEBAS ANTES DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

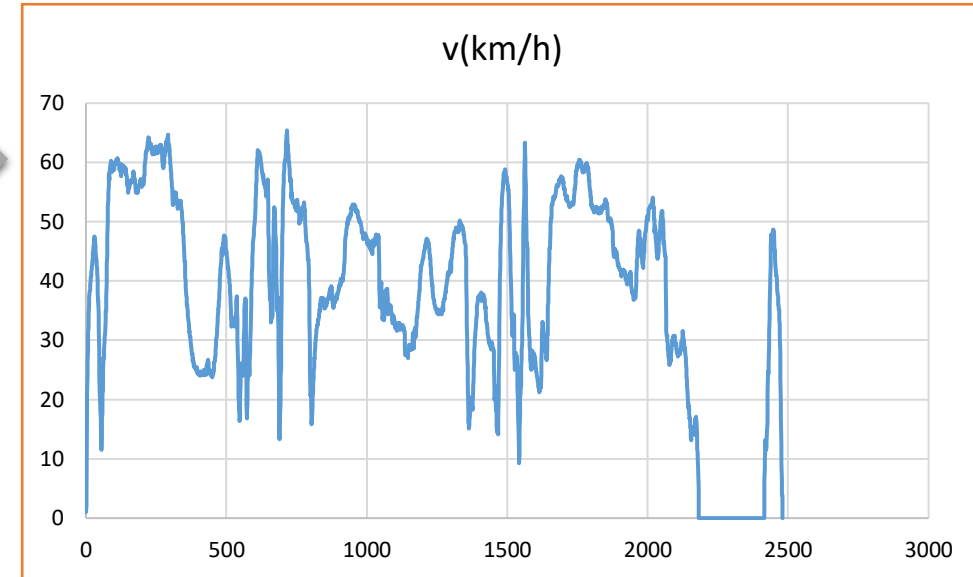
## Cuarta prueba



Ruta

Ciclo de conducción

Datos de prueba



Punto alto

2502 msnm

Punto bajo

2304 msnm

Desnivel total

489 m

Tiempo

42 min 58 seg

Distancia

26.04 km

Velocidad media

36.3 km/h

# PRUEBAS ANTES DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

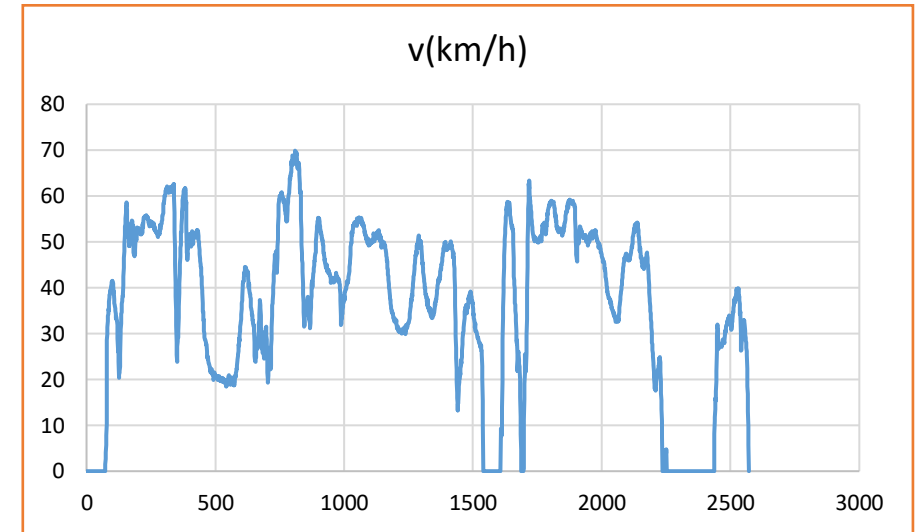
## Quinta prueba



Ruta

Ciclo de conducción

Datos de prueba



Punto alto	2302 msnm
Punto bajo	2299 msnm
Desnivel total	486 m
Tiempo	43 min 45 seg
Distancia	26.02 km
Velocidad media	35.6 km/h

# PRUEBAS ANTES DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

## Datos recolectados en las cinco pruebas de ruta sin sistemas de cargas alternativos

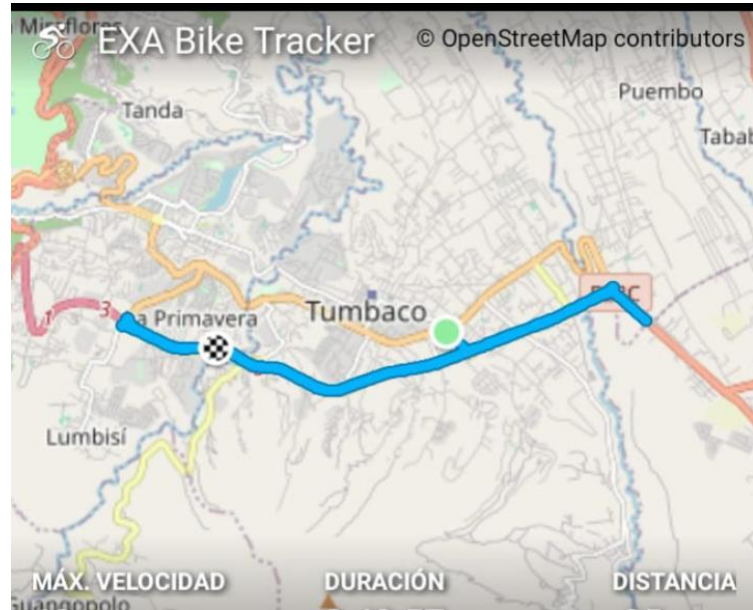
	Punto alto	Punto bajo	Desnivel total	Tiempo	Distancia	Velocidad media
<b>Prueba 1</b>	2504 msnm	2306 msnm	459 m	44 min 25 seg	26.02 km	35.1 km/h
<b>Prueba 2</b>	2501 msnm	2302 msnm	493 m	38 min 22 seg	26.01 km	40.7 km/h
<b>Prueba 3</b>	2494 msnm	2303 msnm	467 m	43 min 53 seg	26.02 km	35.5 km/h
<b>Prueba 4</b>	2502 msnm	2304 msnm	489 m	42 min 58 seg	26.04 km	36.3 km/h
<b>Prueba 5</b>	2302 msnm	2299 msnm	486 m	43 min 45 seg	26.02 km	35.6 km/h
<b>Promedio</b>	2460.6 msnm	2302 msnm	478.8 m	43 min 45 seg	26.022km	33.6 km/h

## Promedios de las cinco pruebas de ruta sin sistema de carga

<b>Punto alto</b>	<b>2460.6 msnm</b>
<b>Punto bajo</b>	2302 msnm
<b>Desnivel total</b>	478.8 m
<b>Tiempo</b>	43 min 45 seg
<b>Distancia</b>	26.022 km
<b>Velocidad media</b>	33.6 km/h

# PRUEBAS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

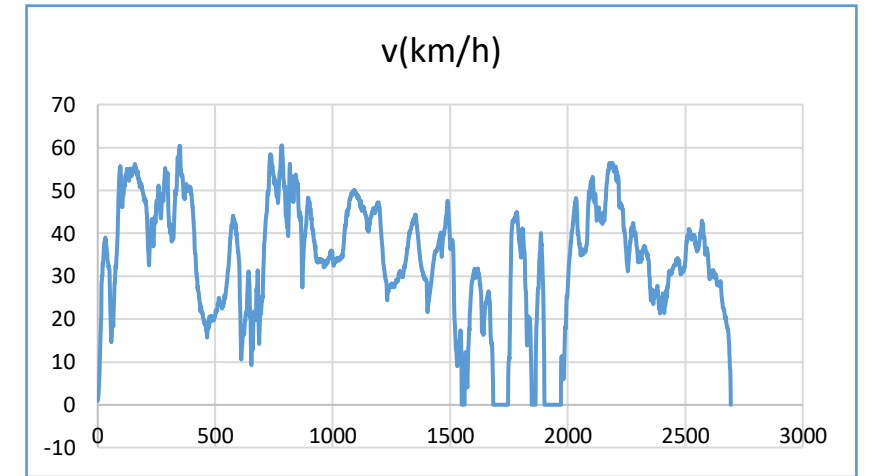
Primera prueba



Ruta

Ciclo de conducción

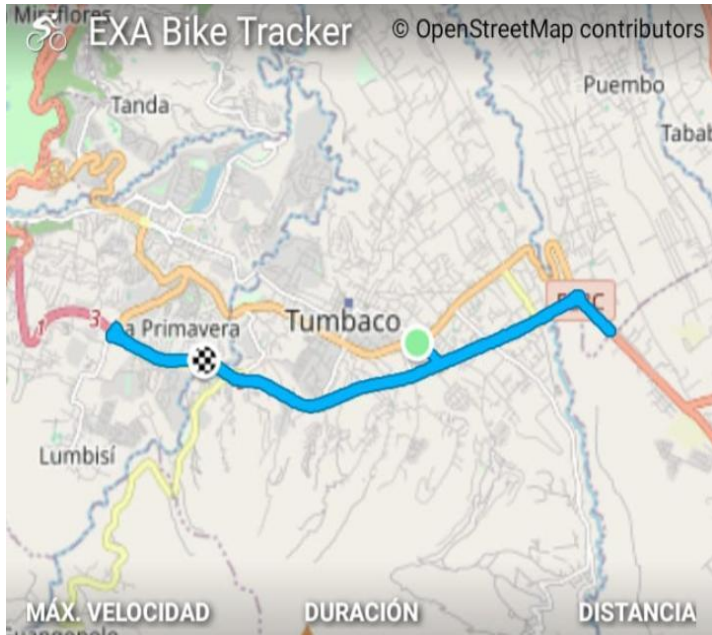
Datos de prueba



Punto alto	2495 msnm
Punto bajo	2306 msnm
Desnivel total	405 m
Tiempo	49 min 57 seg
Distancia	29.02 km
Velocidad media	34.85km/h

# PRUEBAS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

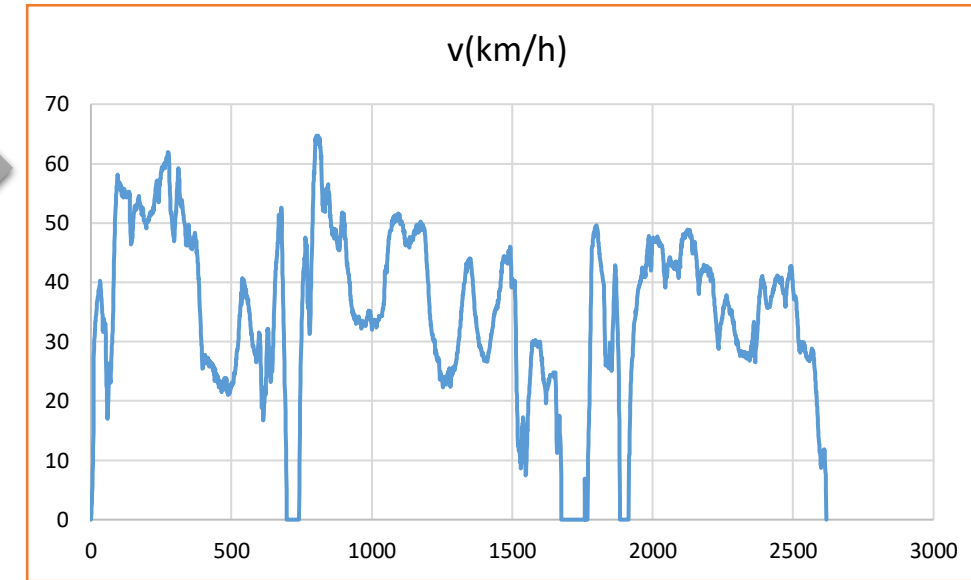
## Segunda prueba



Ruta

Ciclo de conducción

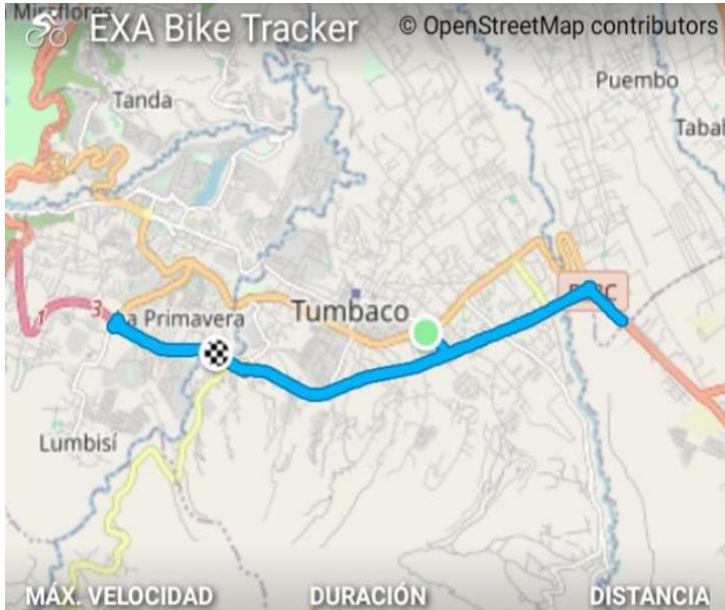
Datos de prueba



<b>Punto alto</b>	<b>2503 msnm</b>
<b>Punto bajo</b>	<b>2302 msnm</b>
<b>Desnivel total</b>	<b>461 m</b>
<b>Tiempo</b>	<b>42 min 45 seg</b>
<b>Distancia</b>	<b>29.01 km</b>
<b>Velocidad media</b>	<b>40.7 km/h</b>

# PRUEBAS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

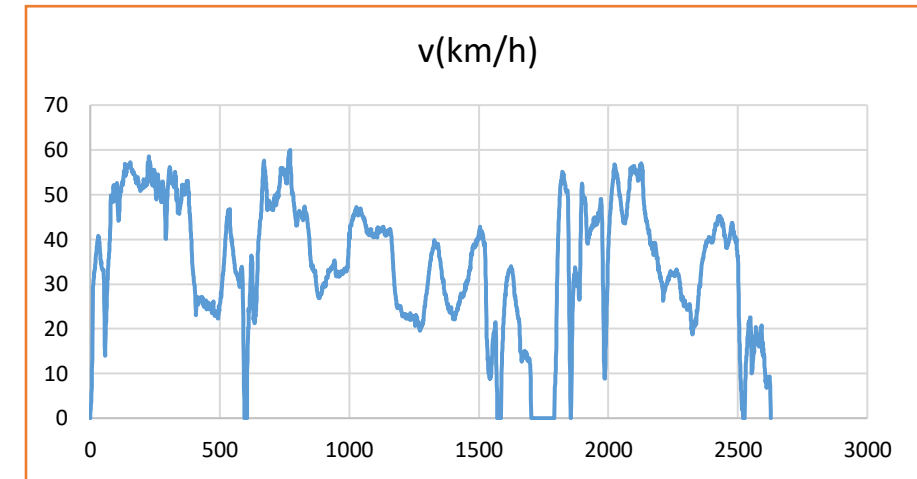
## Tercera prueba



Ruta

Ciclo de conducción

Datos de prueba



Punto alto

2502 msnm

Punto bajo

2302 msnm

Desnivel total

452 m

Tiempo

47 min 07 seg

Distancia

27.09 km

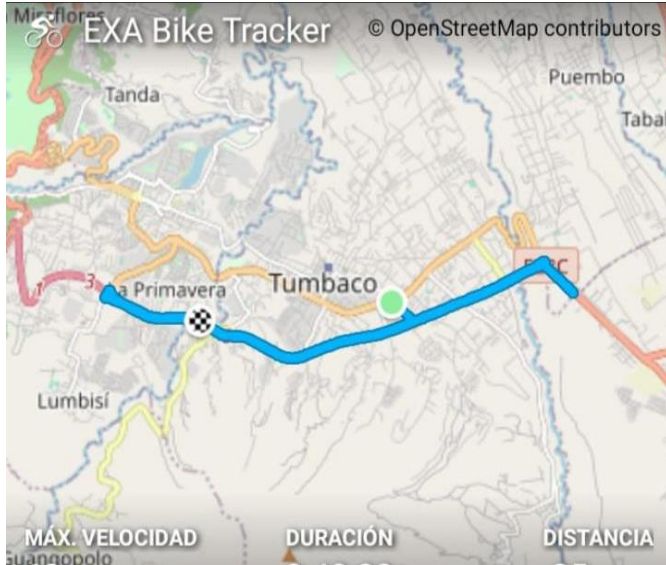
Velocidad media

34.5 km/h



# PRUEBAS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

## Cuarta prueba

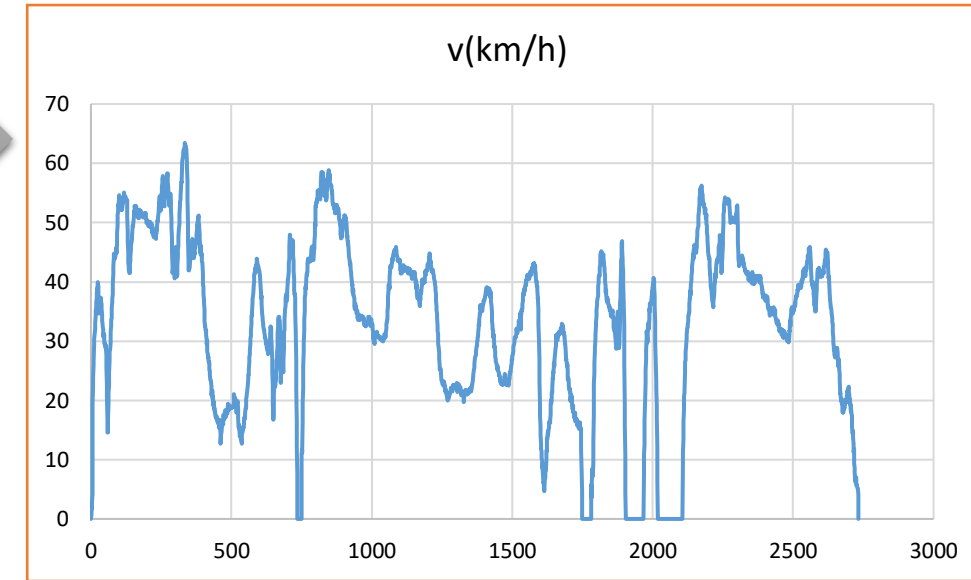


Ruta

Ciclo de conducción



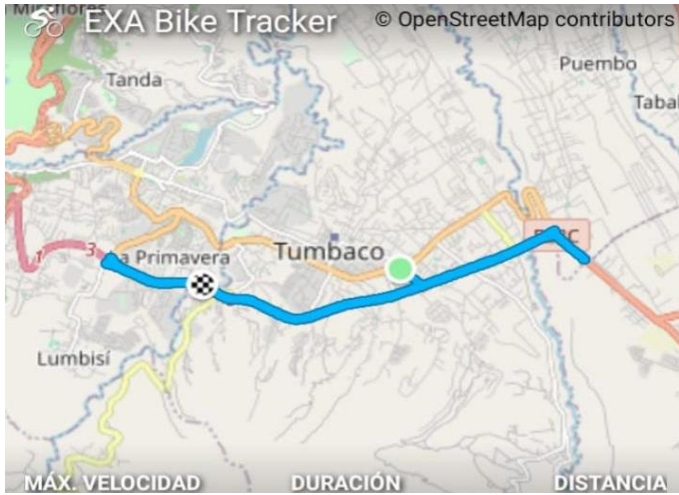
Datos de prueba



Punto alto	2484 msnm
Punto bajo	2301 msnm
Desnivel total	345 m
Tiempo	48 min 02 seg
Distancia	29.14 km
Velocidad media	36.4 km/h

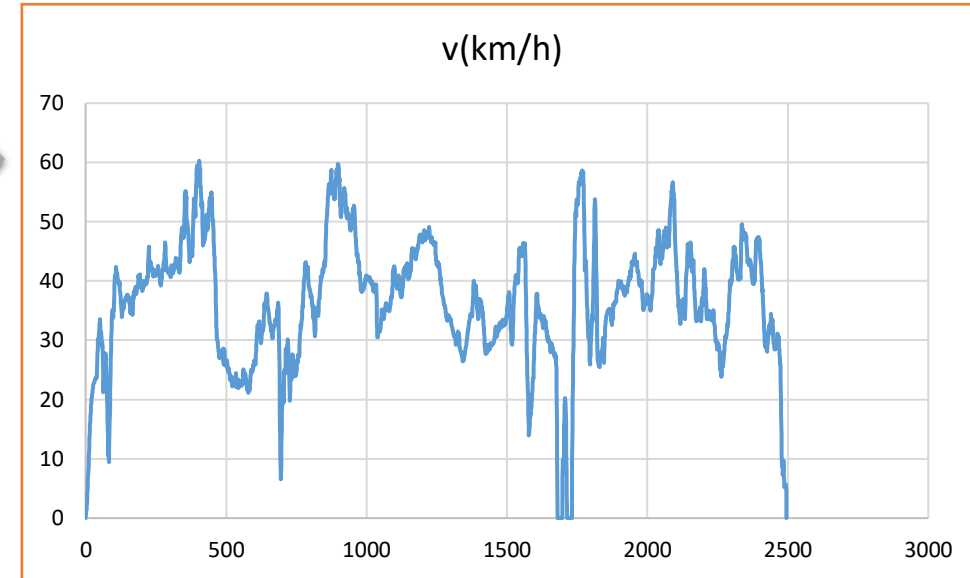
# PRUEBAS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

## Quinta prueba



Ciclo de conducción

Datos de prueba



Ruta

Punto alto	2495 msnm
Punto bajo	2305 msnm
Desnivel total	449 m
Tiempo	48 min 17 seg
Distancia	28.64 km
Velocidad media	35.6 km/h

# PRUEBAS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CARGA

## Datos recolectados en las cinco pruebas de ruta con sistemas de cargas alternativos

	Punto alto	Punto bajo	Desnivel total	Tiempo	Distancia	Velocidad media
<b>Prueba 1</b>	2495 msnm	2306 msnm	405 m	49 min 57 seg	29.02 km	34.85 km/h
<b>Prueba 2</b>	2503 msnm	2302 msnm	461 m	42 min 45 seg	29.01 km	40.7 km/h
<b>Prueba 3</b>	2502 msnm	2302 msnm	452 m	47 min 07 seg	27.09 km	34.5 km/h
<b>Prueba 4</b>	2484 msnm	2301 msnm	345 m	48 min 02 seg	29.14 km	36.4 km/h
<b>Prueba 5</b>	2495 msnm	2305 msnm	449 m	48 min 17 seg	28.64 km	35.6 km/h
<b>Promedio</b>	2469 msnm	2308 msnm	480.8 m	48 min 433 seg	28.58 km	33.6 km/h

## Promedios de las cinco pruebas de ruta con sistema de carga

<b>Punto alto</b>	2469 msnm
<b>Punto bajo</b>	2308 msnm
<b>Desnivel total</b>	480.8 m
<b>Tiempo</b>	48 min 433 seg
<b>Distancia</b>	28.58 km
<b>Velocidad media</b>	33.6 km/h

# Cálculo del rendimiento antes y después de la implementación del sistema de carga alternativa

	Sin carga alternativa	Con carga alternativa
<b>Prueba 1</b>	26.02	29.02
<b>Prueba 2</b>	26.01	29.01
<b>Prueba 3</b>	26.02	27.09
<b>Prueba 4</b>	26.04	29.14
<b>Prueba 5</b>	26.02	28.64
<b>Promedio</b>	26.022	28.58

la autonomía de la bicicleta eléctrica se elevó en un 9.83%

# MARCO ADMINISTRATIVO

Para poder realizar el proyecto de titulación se tomo en cuenta los siguientes recursos

## Recursos humanos

NOMBRES	APORTACIÓN
Ulco Guambi Miguel Angel	Conductor de la bicicleta y recolector de datos las pruebas de rutas
Ing. León Almeida Jaime	Tutor del proyecto de titulación

## Recursos materiales

Orden	Recursos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>Materiales</b>				
1	Porta bicicleta	1	\$30	\$30
2	Transporte	10	\$5	\$50
			TOTAL	\$80

## Recursos tecnológicos

Orden	Recursos	Cantidad	Valor unitario	Valor total
<b>Tecnológicos</b>				
1	Microsoft office	1	\$75,00	\$75,00
2	Strava	2	\$7,99	\$15,98
3	Bike Tracker	1	\$2,49	\$2.49
4	Bikeometer	1	\$0,00	\$0,00
5	Torque	1	\$4,09	\$4,09
			TOTAL	\$97,56

## Presupuesto

Orden	Recursos	Valor Total
1	Recursos Tecnológicos	\$97,56
2	Recursos Materiales	\$80
3	Imprevistos	\$40
TOTAL		\$217,56

## CONCLUSIONES

Se analizó el rendimiento de una bicicleta eléctrica antes y después de la implementación de un sistema de carga alternativo para determinar su eficiencia.

En una bicicleta con un sistema de propulsión eléctrica con sistemas de cargas alternativos se logró el aumento de la durabilidad de la batería en un 9.83% el cual nos ayuda a recorrer 2 kilómetros más que sin sistemas de cargas alternativos.

Se generaron los datos del rendimiento energético de la batería de una bicicleta eléctrica después de la implementación de sistemas de carga alternativos mediante la aplicación de pruebas de rendimiento para determinar su eficiencia.

Al realizar comparativas del antes y después de la implementación de sistemas de carga alternativos mediante los datos obtenidos para determinar la reducción de ciclos de carga y la prolongación de la vida útil de la batería, se determinó que la autonomía mejoro considerablemente

Con el 2.55 kilómetros que aumento al implementar los sistemas de cargas alternativos se puedo concluir que no es factible esta implementación en cuanto lo invertido contra la ganancia que nos dio en kilómetros.

## RECOMENDACIONES

Para realizar las pruebas de ruta y que los resultados tengan mayor confiabilidad, es necesario empezar desde el mismo punto y seguir la misma ruta en todas las pruebas.

Realizar una estructura con materiales livianos para el sistema de carga alternativa, así se evitará que el motor eléctrico consuma energía extra para mover el mismo.

Para las pruebas realizadas con el sistema de carga alternativo, es recomendable hacerlas a la misma hora y en específico al medio día, para aprovechar la energía solar al máximo.

La variación de altura entre el punto de inicio y el resto de la ruta, debe ser el mínimo posible para así llegar a mediciones más exactas en las diferentes pruebas.

