



# ¡ POSGRADOS !

## MAESTRÍA EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ CON MENCIÓN EN NEGOCIOS AUTOMOTRICES

RPC-SO-36-NO.825-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:  
ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL

TEMA:  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE BICI LOGÍSTICA  
COMO ALTERNATIVA DE MOVILIDAD  
DE ENTREGA EN LA ZONA URBANA DE  
LA CIUDAD DE CUENCA

AUTORES:  
DIEGO IVÁN BRAVO PALACIOS  
ESTEBAN JOSÉ CARPIO IÑIGUEZ

DIRECTOR:  
JAVIER STALIN VÁZQUEZ SALAZAR

CUENCA – ECUADOR  
2024



**Autores:****Diego Iván Bravo Palacios**

Ingeniero en Mecánica Automotriz.

Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con Mención en Negocios Automotrices por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

diegobravopitss@gmail.com

**Esteban José Carpio Iñiguez**

Ingeniero en Mecánica Automotriz.

Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con Mención en Negocios Automotrices por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

Josecarpio93.jc@gmail.com

**Dirigido por:****Javier Stalin Vázquez Salazar**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Máster Universitario en Dirección y Administración de Empresas.

jvazquez@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

DIEGO IVÁN BRAVO PALACIOS

ESTEBAN JOSÉ CARPIO IÑIGUEZ

Estudio de factibilidad para la implementación de bici logística como alternativa de movilidad de entrega en la zona urbana de la ciudad de Cuenca

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación primero a Dios y a María Auxiliadora, que me han sostenido en fe y energía para seguir adelante, también a cada uno de los siete miembros de mi familia que me han apoyado y con ilusión han visto mi crecimiento en cada etapa de mi vida y finalmente a mi compañera de viaje que siempre ha estado con alegría alentando, aportando y sin perder la fe en todo el camino.

Diego.

Este proyecto dedico a Dios y a la Madre Dolorosa por la oportunidad que me han dado para superarme en mi vida profesional.

A mi esposa que siempre ha estado apoyándome en todo momento fácil o difícil que se ha presentado en mi vida, confiando en cada una de mis decisiones y dándome ánimos para no rendirme.

Dedico a mis padres y mi familia que con todos sus consejos han sabido guiarme de la mejor manera y con esto poder llegar a culminar este objetivo.

A mis abuelas que a pesar de que no están conmigo físicamente su recuerdo siempre me dará fuerzas para seguir a delante.

Esteban José.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco sinceramente a todas las personas que han contribuido significativamente en la realización de este artículo, a la Universidad Politécnica Salesiana, por la facilitación de equipos y espacios; al Tutor del proyecto M.I. Javier Vázquez por su guía, a mi amigo compañero de este proyecto Esteban también a mis amigos Ricardo y Pamela; y de manera personal agradecer también a la Unidad Educativa Técnico Salesiano, quienes han apoyado mi capacitación para este proyecto.

Diego.

Agradezco a nuestro Tutor del proyecto M.I. Javier Vázquez quien con su experiencia ha sabido guiarnos de la mejor manera, de igual manera a mis amigos y compañeros de curso que han estado apoyando en este largo camino.

Esteban José.

# TABLA DE CONTENIDO

---

Resumen .....	8
Abstract .....	9
1. Introducción .....	10
2. Metodología .....	14
2.1 Instrumentos y equipos .....	15
2.2 Determinación de rutas .....	15
2.3 Obtención de datos.....	16
2.4 Determinación del costo por kilometro .....	17
2.5 Análisis Económico .....	18
3. Resultados .....	22
3.1. Determinación del costo por kilómetro .....	22
3.2. Resultados del análisis económico .....	30
4. Discusión.....	37
5. Conclusiones.....	39
6. Conflicto de interés: .....	40
7. Fuente de financiamiento: .....	40
Referencias .....	41

ESTUDIO DE  
FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE  
BICI LOGÍSTICA COMO  
ALTERNATIVA DE  
MOVILIDAD DE  
ENTREGA EN LA ZONA  
URBANA DE LA CIUDAD  
DE CUENCA

AUTOR(ES):

DIEGO IVAN BRAVO PALACIOS

# ESTEBAN JOSE CARPIO IÑIGUEZ

## RESUMEN

El incremento del parque automotor ha generado la acumulación de tráfico en el casco urbano de la ciudad de Cuenca, causando problemas en el tema de la movilidad. Lo cual afecta a diversas empresas, entre ellas las de envío y entrega de mercancías de última milla; aumentando costos de operación, tiempos de entregas.

Con esta premisa, nace la idea de analizar la factibilidad económica para la posible implementación de una bici logística como alternativa de movilidad en la entrega de mercancía en la zona urbana de la ciudad de Cuenca.

El presente trabajo realiza un estudio energético del recorrido de la bicicleta logística en tres diferentes rutas con variación de pendiente y peso dentro de la zona metropolitana de la ciudad. Posterior a ello se determina el costo por kilómetro, en la utilización de este medio de transporte. Finalmente se ejecuta una evaluación económica, mediante herramientas financieras como son el VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y del punto de equilibrio del proyecto.

Como resultados, se obtuvo un promedio del costo por kilómetro en las rutas de variación de pendiente de \$ 0.006 y en la ruta de pendiente mínima de \$ 0.0036. De igual manera, se proyectó a 10 años una tasa de retorno de aproximadamente el 41%. Finalmente se identificó un punto de equilibrio de 1316 viajes de entrega en un mes de trabajo.

El estudio realizado en la ciudad de Cuenca respalda la viabilidad del proyecto, destacando su beneficio económico. La implementación exitosa puede requerir de una campaña de marketing, asegurando así el cumplimiento del punto de equilibrio y el crecimiento de la utilidad, sin comprometer la estabilidad de los colaboradores e inversores.

### **Palabras clave:**

Estudio de factibilidad, movilidad, empresas de envío, entrega a domicilio, tráfico vehicular.

## ABSTRACT

---

The increase in the number of vehicles has generated an accumulation of traffic in the urban area of the city of Cuenca, causing problems in terms of mobility. Which affects various companies, including last-mile shipping and delivery of goods; increasing operating costs, delivery times.

With this premise, the idea arises to analyze the economic feasibility for the possible implementation of a logistics bike as an alternative mobility solution for delivering goods in the urban area of the city of Cuenca.

The present work carries out an energy study of the route of the logistic bicycle on three different routes with variation in slope and weight within the metropolitan area of the city. After that, the cost per kilometer is determined when using this means of transportation. Finally, an economic evaluation is carried out, using financial tools such as the NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return) and the project's break-even point. As results, an average cost per kilometer was obtained on the routes with a slope variation of \$0.006 and on the route with a minimum slope of \$0.0036. Similarly, a return rate of approximately 41% was projected for 10 years. Finally, a break-even point of 1316 delivery trips in a work month were identified.

The study carried out in the city of Cuenca supports the viability of the project, highlighting its economic benefit. Successful implementation may require a marketing campaign, thus ensuring compliance with the break-even point and profit growth, without compromising the stability of collaborators and investors.

**Keywords:**

Feasibility study, mobility, shipping and home delivery companies, vehicular traffic.

# 1. INTRODUCCIÓN

El parque automotor mundial se ha incrementado en los últimos años notablemente, según Amadoz (2022) especifica que la variación a nivel mundial ha incrementado a 164 millones de vehículos en los últimos cuatro años. Analizando la situación vehicular en Ecuador el panorama es similar. El Diario la Hora (2022) menciona que en los últimos tres años el número de vehículos con motor de combustión incrementó en un 13%.

La acumulación de tráfico en el casco urbano de la ciudad de Cuenca ha sido una consecuencia del incremento del parque automotor, generando problemas de movilidad, para sus habitantes, además perjudicando a empresas de envío y entrega de mercancías de última milla. Esto se evidencia en el incremento de tiempos de entrega, y por lo tanto el aumento de costos de operación y a su vez reduciendo las ganancias, para estas organizaciones.

Después de la pandemia vivida a nivel mundial en los años 2020 y 2021 ocasionada por el Sars Covid 19, las formas de movilidad de personas cambiaron de manera significativa, motivando al uso de otros medios como es la bicicleta. En los años 2019 a 2022 este medio de transporte se incrementó en un 70%, teniendo en cuenta bicicletas eléctricas y mecánicas, como destacan Ríos et al. (2020). Obteniendo beneficios como la reducción de emisiones contaminantes, también el uso de estos dispositivos en la entrega de paquetería y la disminución de los costos de operación y el refuerzo de la seguridad energética.

Pedal Me es una empresa de Londres que realiza entregas de mercancías en el centro de esta ciudad, la misma indica que, es más barato y rápido dar este servicio, sin embargo, saliendo de la ciudad se pierde estas ventajas. La empresa trabaja cinco millas a la redonda del centro. En el 2011 la Comisión Europea en un su libro blanco de transporte incluye el término última milla, refiriendo a la entrega de productos y/o mercadería al cliente final y se lo puede realizar con medios de transporte no contaminante. (Callas, 2019)

Coppola et al. (2022), en su proyecto "Transporte de Mercancía Cero Emisiones", señala que los servicios de transporte por pedal representan un modelo altamente sostenible, reduciendo los impactos negativos en las zonas urbanas. La compra en línea ha

impulsado el crecimiento del transporte sin emisiones, y la Unión Europea, respaldada por estudios, sugiere que los servicios de transporte a pedal pueden abordar entre el 23% y el 33% de la demanda de entregas, revelando un cambio hacia prácticas logísticas más eco amigables.

En la investigación de Sanz et al.(2013) se presentaron dos alternativas de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) dentro de la zona urbana de Mercadona y Caprabo, las cuales indican que en la última milla debería realizarse con un vehículo eléctrico, debido a que es menos contaminante y genera un menor costo operativo. Por otro lado, Saha et al. (2022) presentan una investigación acerca de las soluciones ante los problemas en logísticas de entregas de última milla (LDM) sin emisiones contaminantes, con métodos de entregas ecológicos y sostenibles.

Así también, los autores Llorca & Moeckel, (2020) proponen un modelo de entregas relacionando los vehículos a combustión, que llevan la mercancía hacia un centro de distribución ubicado a la entrada del centro de la ciudad, y posterior a ello la definición de las rutas de la bici logística para los recorridos de entregas de mercancías; concluyen con el modelo desarrollado denominado FOCA, que genera envíos sistemáticos y diseña recorridos de entrega para satisfacer la demanda.

En la importancia de la logística del transporte, se destaca la necesidad imperante de gestionar y movilizar mercancías de manera óptima. Según la investigación de Jiménez & Jiménez, (2016) la falta de planificación en las actividades para brindar servicios de transporte conlleva a serios problemas, resultando en la pérdida de competitividad para las empresas dentro de la cadena de suministro. Esto se atribuye principalmente a los elevados costos e ineficiencias generados por la falta de coordinación.

Mientras que Niels et al. (2018) presenta un diseño y operación de un sistema de carga y mensajería, propulsado por bicicletas eléctricas, en el cual se toman datos mediante el servicio que realiza la empresa CEP, analizando y optimizando los datos para obtener las mejores rutas de entrega, para simular los recorridos de las bicicletas, concluyendo que, con la utilización de estos prototipos y la optimización de las rutas, el kilometraje de recorrido diario se reduce de 180 km a 45 km.

Según Sárdi & Bóna (2018) presentaron un sistema de logística urbana que emplea bicicletas de carga y camiones eléctricos para abastecer centros comerciales en Budapest. Su modelo de simulación macroscópica, derivado de un modelo mesoscópico

previo, destaca un sistema logístico capaz de atender aproximadamente 2,000 tiendas en 18 centros comerciales. Los resultados sugieren que estos sistemas pueden reducir la contaminación ambiental y la congestión vial, pero con la contrapartida de requerir inversiones significativas.

En efecto los autores Bogdanski et al. (2021) desarrollaron un modelo estándar para una bicicleta logística con asistencia eléctrica, clasificada como vehículo eléctrico liviano (LEV). Su investigación, basada en datos de la empresa "Courier Exprés Parcel", concluyó que se necesita un torque de arranque de al menos 160 Nm para una carga máxima de 300 kg. Aunque consideran una aplicación para la logística de entregas, señalan la falta de políticas y planificación de calles como una limitación, mientras que el autor Nürnberg (2019) en su artículo analiza el uso de bicicletas de carga en logística urbana en Stargand mediante una investigación de campo con conductores. Concluyen que Stargand no es adecuada para bicicletas de carga debido a la falta de infraestructura; comparten calzada con vehículos a combustión, generando peligro de accidentes y aumentando los tiempos de entrega.

También es importante evaluar la parte económica de un proyecto, por lo tanto, Oliveira et al. (2020) generan una caracterización y un análisis de la viabilidad económica del transporte logístico de bicicletas de carga en Brasil. Identifican la forma de realizar entregas de paquetería, obtienen datos para ejecutar un análisis económico, de entregas dentro de una zona urbana, finalmente estiman que después del mes número 15 se tendrá un retorno financiero.

También Zhang et al. (2018) realizaron una comparación entre entrega de mercancía punto a punto con bicicleta logística y un centro de acopio, utilizando análisis de flujo de tráfico. Encontraron que la entrega con bicicletas logísticas tiene un costo un 28% menor y produce un 22% menos de emisiones contaminantes en comparación con vehículos de combustión.

En el panorama actual de la logística de entregas, el estudio de Álvarez Coello et al. (2017) se centra en el uso de transporte sostenible para la distribución. En una evaluación local, compararon una motocicleta con dos bicicletas eléctricas, encontrando que estas últimas tienen un consumo energético 12 veces menor y emiten 18 veces menos CO<sub>2</sub>, destacando beneficios económicos y ambientales.

Es importante también mencionar que, en 2022, Cuenca se convirtió en la primera ciudad del continente americano en recibir la certificación "BikeFriendly" gracias a sus 70 km de ciclovía y al plan de movilidad que fomenta el uso de la bicicleta. La certificación, otorgada por un grupo español de defensa de la bicicleta, destaca los esfuerzos de la ciudad en promover la movilidad sostenible (Cuenca, 2022).

Por lo tanto, el presente estudio tiene como finalidad analizar la factibilidad económica de la implementación de una bici logística como alternativa de movilidad para entrega de mercancía en la zona urbana, de la ciudad de Cuenca, teniendo en cuenta que, en la ciudad, no se observa mayor utilización de vehículos eléctricos, peor aún en utilización de estos prototipos para entregas de mercancías o mensajería.

Posterior a ello se aborda, una selección de tres rutas, en la ciudad con diferentes pendientes. Asimismo se implementan dispositivos capaces de extraer datos en la bicicleta eléctrica, de cada uno de los recorridos, por consiguiente se realiza un análisis energético para determinar el costo por kilómetro y finalmente se ejecuta una evaluación económica mediante las herramienta financieras de evaluación de proyectos de inversión VAN(Valor Actual Neto), TIR(Tasa Interna de Retorno) y el cálculo del punto de equilibrio del proyecto.

## 2. METODOLOGÍA

El trabajo investigativo es de tipo experimental y se ejecuta mediante el flujograma presentado en la Figura 1, incluyendo un análisis cuantitativo que permite reconocer la viabilidad de bici logística en función de: tiempos de entrega, energías, potencias, costos, etc. De igual manera, en forma deductiva y analítica se evalúa el uso de este sistema para la entrega de paqueterías, estableciendo tres rutas tentativas dentro del centro urbano según diversos niveles de pendiente. Además, se adiciona un estudio de oferta y demanda dentro de la ciudad de Cuenca (Ecuador), mediante la aplicación de encuestas en forma aleatorizada con una muestra de 382, considerando un tamaño poblacional de 382000 habitantes según informe del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (2017) y en su proyección al 2022.

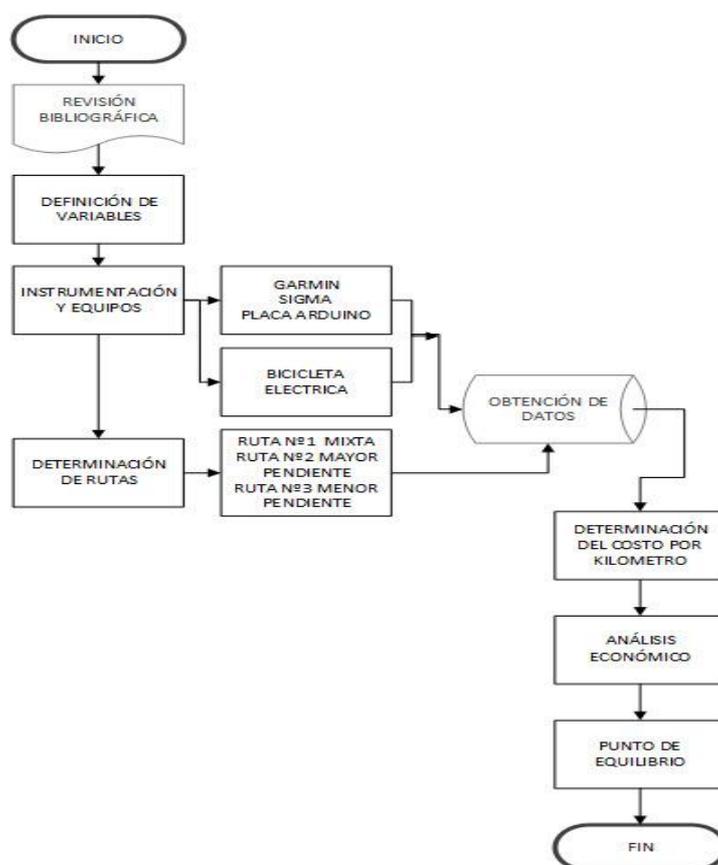


Figura 1. Metodología de estudio

## 2.1 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS



**Figura 2.** Specialized Turbo Vado 3.(Specialized, n.d.)

Para el desarrollo del estudio se emplea una bicicleta eléctrica de marca Specialized Turbo Vado 3.0 (Véase Figura 2), las características de esta se encuentran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características de la bicicleta Specialized Turbo

Características	
Batería	Specialized U2 -4710 42 V 460Wh
Motor	Specialized 2.0; Torque: 70 Nm Potencia: 250 W
Cargador	42 V 4 A, conexión a 110 -240V
Peso	58 lb / 26.4 kg

Fuente: (SPECIALIZED, 2023.)

Para obtener las variables de movilidad, como la velocidad, tiempo, ubicación y altitud, a una frecuencia de muestreo de 1 Hz, la bicicleta fue equipada con un GPS Garmin y otro Sigma con autonomía continua de 10 horas. Para la cuantificación de la energía consumida y consumo de corriente durante cada recorrido se empleó una placa de Arduino, que permite medir y guardar datos de corriente, voltaje, potencia eléctrica.

## 2.2 DETERMINACIÓN DE RUTAS

El centro urbano de la ciudad de Cuenca fue el punto de partida para la determinación de rutas, considerando que algunos estudios como el de Sanz et al. (2013) avalan la utilización de bicicletas eléctricas en la entrega de paquetería liviana, en las zonas metropolitanas de ciudades.

Por lo tanto, el estudio se realizará en la ciudad de Cuenca que consta de tres plataformas geográficas, cada una consiste en:

- *Baja*: delimitada por la Av. Remigio Crespo y la Av. 10 de agosto, con una pendiente mínima.
- *Media*: correspondiente a la zona central de la ciudad, desde el inicio de la calle Gran Colombia, hasta la delimitación de la avenida Huayna Cápac, consta de una altura mayor, que la plataforma baja.
- *Alta*: sector desde la calle Pio Bravo hasta el sector del Cebollar, esta plataforma se caracteriza por tener mayor altitud y una pendiente variable.

Se definieron tres rutas distintas: teniendo en cuenta, la variable principal de análisis que es la pendiente, Veliz Delgadillo (2018) sustenta que, en función al incremento de este factor, la descarga de la batería es más significativa en sistemas de movilidad eléctrica. En base a lo descrito se establecen tres rutas con una pendiente media (ruta 1), alta (ruta 2) y baja (ruta3), se identifica cada recorrido en la Figura 3.



**Figura 3.** Determinación de rutas – bici logística

## 2.3 OBTENCIÓN DE DATOS

Para el análisis del comportamiento de la bicicleta es importante considerar también los pesos a los que puede estar expuesta una bicicleta logística, para su movilidad, Paredes (2022) menciona también que los valores del consumo

energético incrementan, cuando existe una variación de peso mayor, es por ello que se considera lo siguiente:

Conductor: Se define un peso de 75 Kg , considerando un estado de salud bueno, estatura promedio de 1,70 m, basado en la Encuesta Nacional de Salud Y Nutrición. (Freire et al., 2014)

Pesos de mercancía: Para el análisis de pesos por carga adicional se consideran tres variaciones, siendo estas: sin carga adicional, 5 y 10 libras, que serían factores medios de peso adicional para el transporte mediante bici logística.

## 2.4 DETERMINACIÓN DEL COSTO POR KILOMETRO

El cálculo de la potencia, consumo energético, corriente de la batería y costo total se fundamenta en las Ecuaciones 1-6.(Bosch, 2005)

$$P = I * V \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

- P= Potencia
- I= Corriente
- V= Tensión

**Consumo Energético:**

$$\text{Consumo Energético} = P * \frac{1}{3600} \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Consumo del recorrido (KWh)} = \sum \text{energía} * \frac{1}{1000} \quad \text{Ec. 3}$$

**Uso de la corriente de Batería:**

$$\text{Uso de corriente} = I * \frac{1}{3600} \quad \text{Ec. 4}$$

**Uso de Batería: CITAR RAMIREZ**

$$\text{Uso de batería(\%)} = \text{Uso de corriente} * \frac{100}{11} \quad \text{Ec. 5}$$

**Costo total del recorrido:** Para calcular el costo por kilómetro, es necesario multiplicar el consumo energético del recorrido por el costo del kilovatio-hora (kWh). En este contexto, según la Empresa Eléctrica “Centro Sur”, el costo del kWh es de \$0.092.(Dirección de Regulación Económica y Tarifas del Sector Electrico, 2022)

$$Ct = \text{Consumo del recorrido (KWh)} * \text{Costo del kWh Ecuador}(\$) \quad \text{Ec. 6}$$

## 2.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Este proyecto se evalúa mediante un análisis financiero con el Valor Actual Neto (VAN) que es una métrica financiera que evalúa la rentabilidad de una inversión al calcular la diferencia entre los flujos de efectivo presentes generados por un proyecto y el costo inicial de la inversión. Un VAN positivo indica una inversión rentable. (Guzmán, 2019) Mientras que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador financiero que calcula la rentabilidad de una inversión al determinar la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de efectivo futuros con la inversión inicial. Una TIR mayor que la tasa de descuento requerida, indica que la inversión es aceptable. (López, 2006) Finalmente se analiza el punto de equilibrio por unidades que representa el nivel de producción o ventas en el cual, los ingresos totales se equiparan con los costos totales, no genera ni beneficios ni pérdidas. Similarmente, el punto de equilibrio monetario refleja esta condición en términos de valor financiero, donde los ingresos totales coinciden con los costos totales. (Pacheco, 2019)

### **Análisis financiero método del VAN y TIR**

A través del VAN se calcula la cantidad total en la que ha aumentado el capital. El VAN permitió determinar si la inversión cumple con el objetivo financiero básico, que consiste en maximizar la inversión. Este ítem se evaluó a través de la Ecuación 7. (Guzmán, 2019)

$$VAN = -I + \frac{FNE}{(1+i)^n} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

- $I$  = Inversión inicial.
- $FNE$  = Flujos netos de efectivo.
- $(1 + i)^n$  = Tasa de descuento.

En la Tabla 2, se establece la interpretación del VAN si es positivo, negativo o igual.

**Tabla 2.** Interpretación del VAN

Valor	Significado	Decisión
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El Proyecto debería rechazarse Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	

Con el TIR se expresa el crecimiento del capital por periodo, la cual es la cifra interna o intrínseca del proyecto que mide el rendimiento del dinero mantenido en el proyecto y se determina según la Ecuación 8.(Dumrauf, 2022)

$$TIR = i_1 + \frac{[(i_2 - i_1)(VAN_1)]}{[ABS(VAN_2 - VAN_1)]} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

- $i_1$  = Tasa de interés con el VAN positivo.
- $i_2$  = La tasa de interés con el VAN negativo.
- $VAN_1$  = Valor actual neto positivo.
- $VAN_2$  = Valor actual neto negativo.
- $ABS$  = Valor absoluto de los VAN, esto sin tener en cuenta el signo negativo.

En la Tabla 3 se puede apreciar, la forma de interpretación de la tasa de retorno de inversión (TIR)

**Tabla 3.** Interpretación del TIR

Valor	Significado	Decisión
TIR > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse

TIR < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse  Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el.
TIR = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	

Enfocándose en el tema propuesto, dentro de la ciudad de Cuenca, se realiza un estudio de oferta y demanda en la utilización de bici logística en entregas de mercancía en la zona urbana considerando:

### **Población y muestra**

Para determinar la muestra de la poblacional, se tiene en cuenta el estudio de Guamán & Rivera (2019) con la Ecuación 9 que corresponde a la población finita.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(e^2 * (N - 1)) + Z^2 - (p * q)} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde:

- N: Tamaño de la población
- Z: Nivel de confianza
- p: Probabilidad de éxito
- q: Probabilidad de fracaso
- e: error máximo admisible en términos de proporción

### **Oferta y demanda**

Considerando una visión económica, la demanda es la cantidad de servicios que requiere un grupo de personas, mediante un costo establecido. Esta puede ser estimada mediante la predicción futura de un producto o servicio. Esta información es requerida para programar y planificar la producción, así como definir los precios al ofertar un nuevo producto.

La oferta permite determinar la cantidad y las condiciones que una empresa puede ofrecer a un mercado un servicio o bien, considerando los factores en el entorno económico de un proyecto.(Celi, 2018)

### **Punto de equilibrio en unidades**

Estos dos indicadores desempeñan un papel fundamental en la evaluación de la sustentabilidad financiera de una operación; por lo tanto, el punto en el cual los ingresos son iguales a los costos totales se determinó basado en los costos fijos y variables, como se puede observar en la Ecuación 10.

$$PEu = \frac{CF}{P - CV} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

- PEu= Punto de equilibrio en unidades
- CF= Costos Fijos
- CV= Costos Variable
- P= Costo de venta unitario

### **Punto de equilibrio monetario**

Se utiliza el concepto de margen de contribución, el cual se describe como el porcentaje de cada unidad monetaria de ventas que obtenemos después de cubrir los costos variables de operación, según la Ecuación 11.

$$CM = 1 - \frac{CV}{I} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

- CM = Contribución marginal
- CV= Costos Variables
- I= Ingresos

$$PE\$ = \frac{CF}{CM} \quad \text{Ec. 12}$$

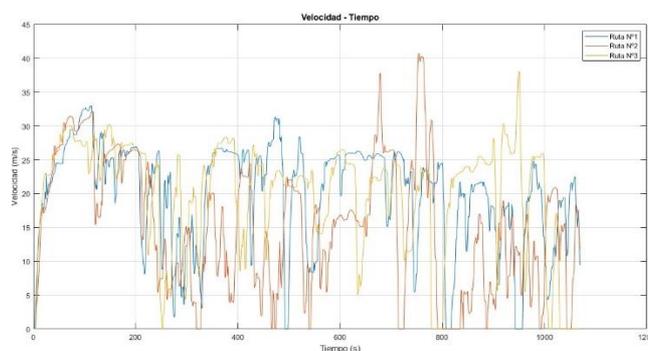
Donde:

- PE\$= Punto de equilibrio monetario
- CF= Costos fijos.
- CM= Contribución margina

## 3. RESULTADOS

### 3.1. DETERMINACIÓN DEL COSTO POR KILÓMETRO

Después de los recorridos de cada una de las rutas, se calcula los valores energéticos según la metodología planteada. En la Figura 4 se presentan los datos de velocidad (m/s) en comparación al tiempo (s), pudiendo indicar así la característica de cada ruta. La ruta 2 y 3 se presentan con factibilidad de incrementos repentinos de velocidad al encontrarse entre a plataforma 1, 2 y 3; lo que implica una relación directa con el consumo energético de la misma y el nivel de pendiente.



**Figura 4.** Curvas velocidad versus tiempo

En la Tabla 4 se puede observar las variables características de cada ruta, definiendo el tiempo, distancia velocidad máxima, etc.; de cada una de las rutas.

**Tabla 4.** Variables características de cada ruta

Variables	Ruta 1	Ruta 2	Ruta 3
Tiempo	29 min 42s	27 min 26 s	17 min 44 s
Distancia	9.62 Km	8.13 km	6.07 km
Velocidad máxima	8.57 m/s	11.25 m/s	10.66 m/s
Velocidad promedio	5.1 m/s	4.68 m/s	5.5 m/s
Potencia máxima	0.45 kW	0.49 kW	0.46 kW

#### Determinación del costo por kilómetro Ruta 1

Iniciando desde la Ruta 1, como se muestra en la Figura 5, durante la práctica de campo se ha contemplado un recorrido que incluye dos puntos con pendiente.



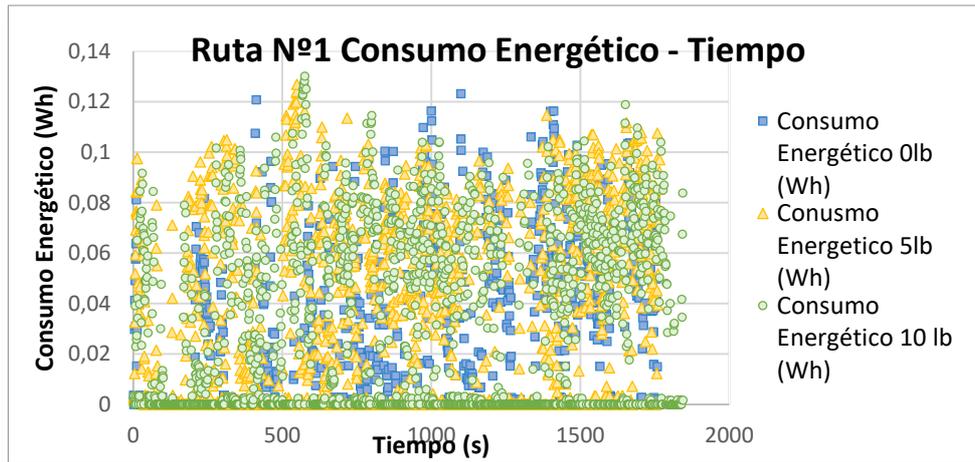
**Figura 5.** Ruta 1

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos del análisis energético, con el uso de las ecuaciones 1-6 aplicados en la ruta N°1. Se puede identificar una relación inversamente proporcional entre la potencia y la velocidad según la variación del peso de carga.

**Tabla 5.** Consumo energético Ruta 1

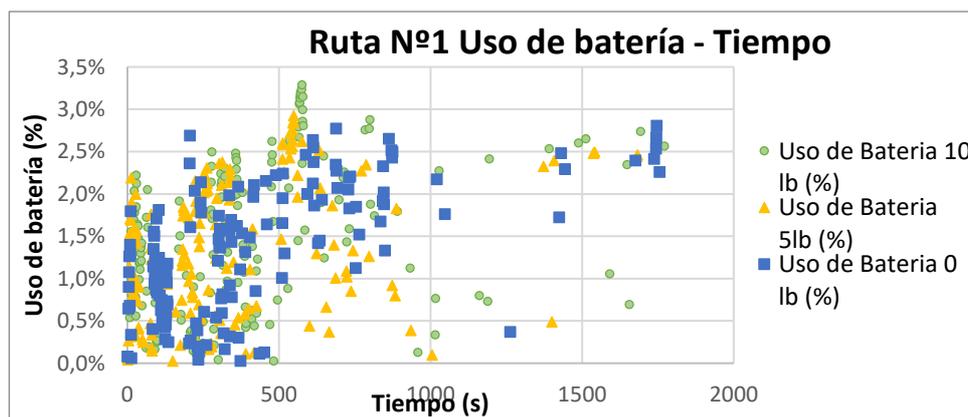
Ruta N°1	Uso de Batería %	$\Sigma$ Energía (Wh)	Tiempo (m)	Potencia Max (kw)	Potencia Promedio (kw)	Velocidad Max (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)
0lb	14,95	63,69	28:43	0,43	0,13	9,02	5,30
5lb	15,80	69,77	29:05	0,48	0,14	8,48	5,14
10lb	16,54	68,86	30:57	0,45	0,13	8,23	4,85

En la Figura 6 se evidencia la variación de consumo energético en el tiempo de duración de la Ruta N°1, la cual presenta picos más altos al momento que el peso incrementa al máximo (10lb).



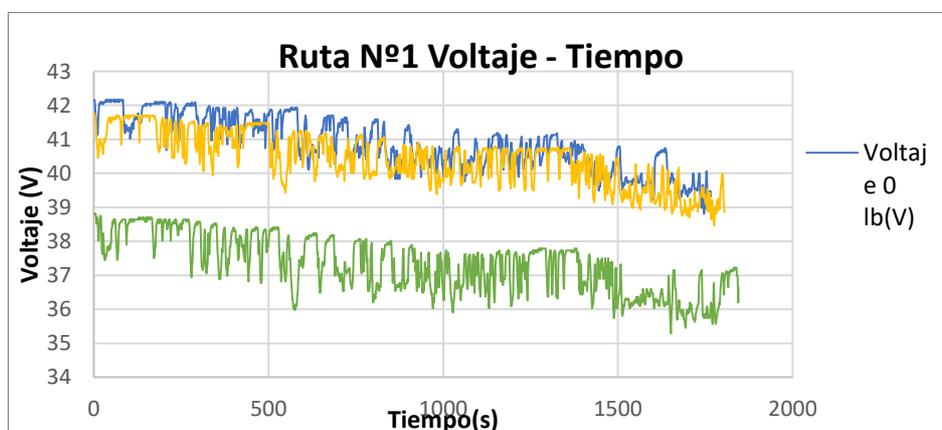
**Figura 6.** Consumo energético versus tiempo de la Ruta 1

La Figura 7 muestra el comportamiento de utilización de la batería de la bicicleta logística en el tiempo que se realizaron las rutas según cada peso. Es importante destacar que la utilización más exigente se da según el incremento de peso.



**Figura 7.** Gráfica del uso de la batería versus tiempo en la Ruta 1

La Figura 8 evidencia la caída del voltaje según el tiempo de uso y el peso de cada prueba, confirmando nuevamente grandes descargas a mayor peso.



**Figura 8.** Grafica voltaje versus tiempo de la Ruta 1

La Tabla 6 muestra los resultados del cálculo del costo total del recorrido. Como se aprecia, al incrementar los pesos de carga se tiene variaciones en el costo del 7 y 8% respectivamente.

**Tabla 6.** Resultados costo por kilómetro Ruta 1

PESO (lb)	RUTA	RECORRIDO (km)	CONSUMO (kWh)	RENDIMIENTO (km/ kWh)	COSTO DEL KWH	COSTO (\$/km)	COSTO TOTAL \$
0		9,6292	0,0637	151,1841	0,0920	0,0059	0,0564
5		9,6098	0,0689	139,5556	0,0920	0,0063	0,0609
10	1	9,5951	0,0698	137,5175	0,0920	0,0064	0,0616
<b>Promedio</b>		<b>9,6114</b>	<b>0,0674</b>	<b>142,5134</b>	<b>0,0920</b>	<b>0,0062</b>	<b>0,0596</b>

### Determinación del costo por kilómetro Ruta 2

En la ruta 2 en la práctica de campo se ha considerado un trayecto con dos puntos de pendiente y el recorrido en el centro histórico de la ciudad, como se puede observar en Figura 9.



**Figura 9.** Ruta 2

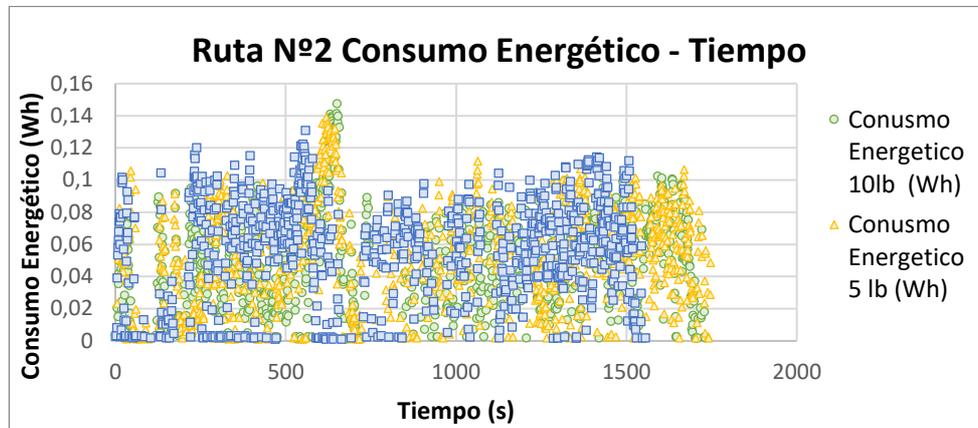
La Tabla 7 presenta los resultados obtenidos del análisis energético, con el uso de las ecuaciones 1-6 aplicados en la ruta N°2.

**Tabla 7.** Consumo energético Ruta 2

Ruta N°2	Uso de Batería %	Σ Energía (Wh)	Tiempo (m)	Potencia Max (kw)	Potencia Promedio (kw)	Velocidad Max (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)
0lb	14,62	60,41	0:27:14	0,51	0,13	11,49	4,76
5lb	15,19	65,68	0:27:59	0,51	0,14	9,43	4,53

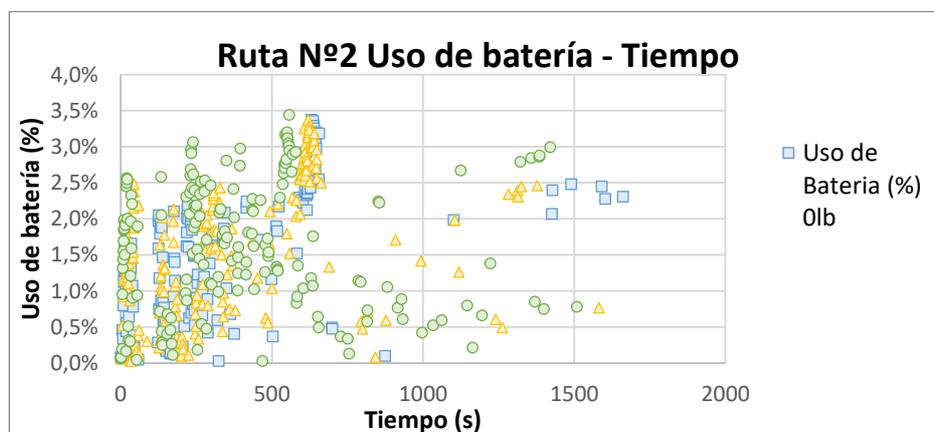
10lb	15,36	61,70	0:27:06	0,46	0,14	12,92	4,73
------	-------	-------	---------	------	------	-------	------

La Figura 10 evidencia la variación de consumo energético en el tiempo de duración de la Ruta N°2, la cual presenta picos más altos con los pesos de 5 y 10lb.



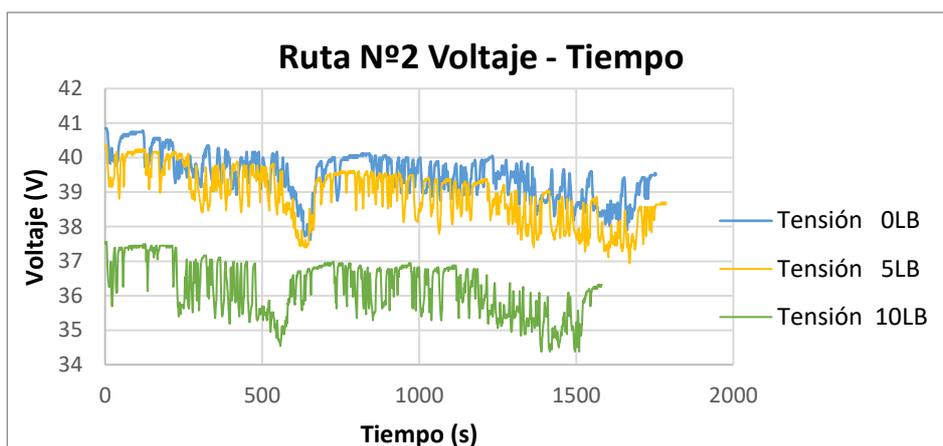
**Figura 10.** Grafica consumo energético versus tiempo de la Ruta 2

La Figura 11 muestra el uso de la batería de la bicicleta logística durante la ruta 2 y según el incremento de 0, 5 y 10lb de peso, que concluye en la misma tendencia de la ruta 1 de incremento del uso de batería por peso.



**Figura 11.** Grafica de uso de batería versus tiempo

La Figura 12 demuestra caídas de voltaje superiores a la Ruta 1, lo que implica mayores consumos y gastos energéticos.



**Figura 12.** Grafica voltaje versus tiempo de la Ruta 2

La Tabla 8 muestra los resultados en el cálculo del costo total del recorrido, como se puede apreciar al incrementar los pesos de carga se tiene incrementos en el costos por kilómetro.

**Tabla 8.** Resultados costo por kilómetro Ruta 2

PESO (lb)	RUTA	RECORRIDO (km)	CONSUMO (kWh)	RENDIMIENTO (km/ kWh)	COSTO DEL KWH	COSTO (\$/km)	COSTO TOTAL \$
0	2	8,1362	0,0604	134,6735	0,0920	0,0056	0,0452
5		8,1440	0,0617	131,9863	0,0920	0,0057	0,0462
10		8,1123	0,0657	123,5070	0,0920	0,0060	0,0490
<b>Promedio</b>		<b>8,1308</b>	<b>0,0626</b>	<b>129,8851</b>	<b>0,0920</b>	<b>0,0058</b>	<b>0,0468</b>

### Determinación del costo por kilómetro Ruta 3

En la ruta 3 se considera trayectos sin puntos de pendiente exagerados, ubicados en la plataforma baja de la ciudad, el recorrido se puede observar en la Figura 13.



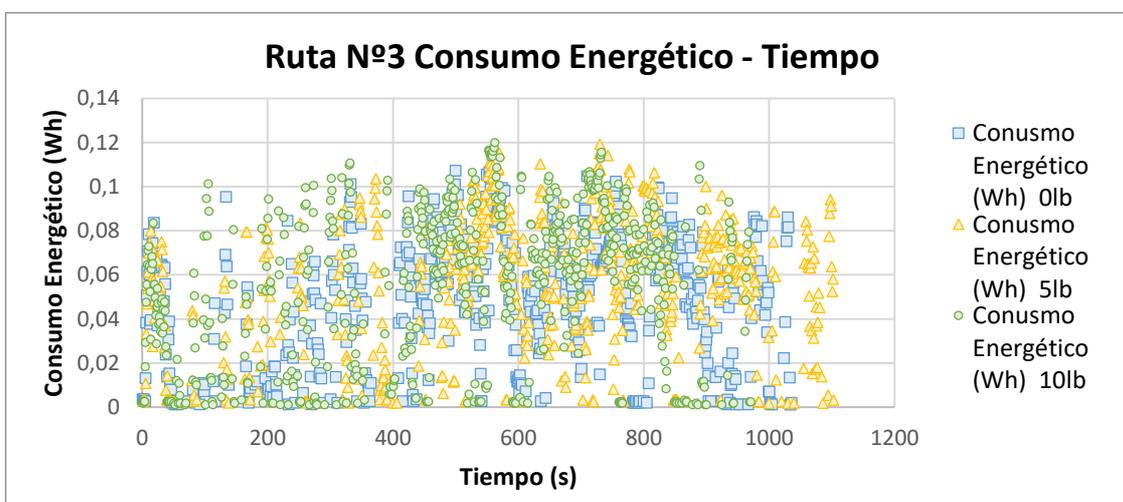
**Figura 13.** Ruta 3

La Tabla 9 presenta los resultados obtenidos del análisis energético, con el uso de las ecuaciones 1-6 aplicados en la ruta N°3.

**Tabla 9.** Consumo energético Ruta 3

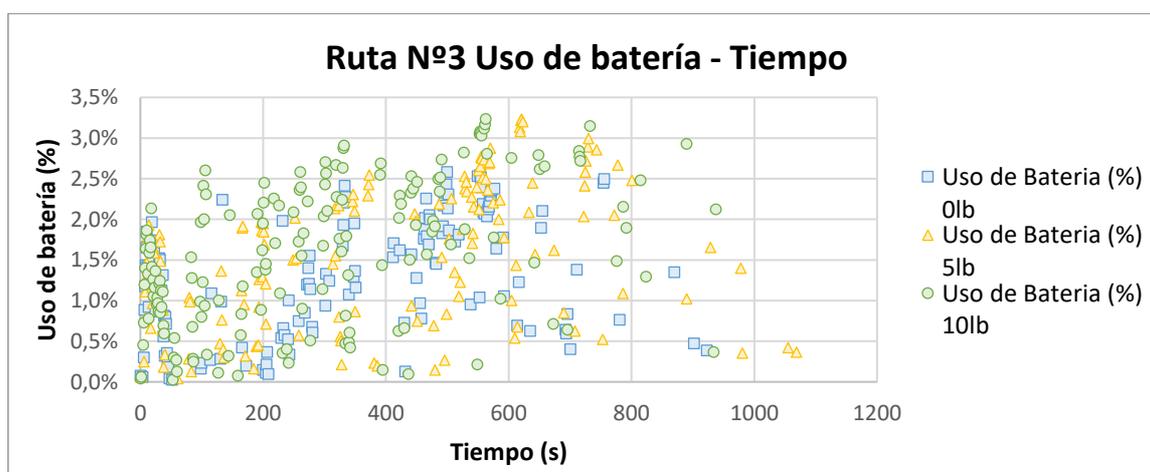
Ruta N°3	Uso de Batería %	$\Sigma$ Energía (Wh)	Tiempo (m)	Potencia Max (kw)	Potencia Promedio (kw)	Velocidad Max (m/s)	Velocidad Promedio (m/s)
0lb	8,95	35,96	0:17:26	0,40	0,12	10,41	5,60
5lb	9,78	40,21	0:18:28	0,46	0,13	10,76	5,25
10lb	10,26	40,00	0:17:18	0,43	0,14	10,78	5,63

La Figura 14 muestra la variación de consumo energético en el tiempo de duración de la Ruta N°3, la cual presenta picos más altos especialmente al manejar un peso adicional de 5 y 10 lb.



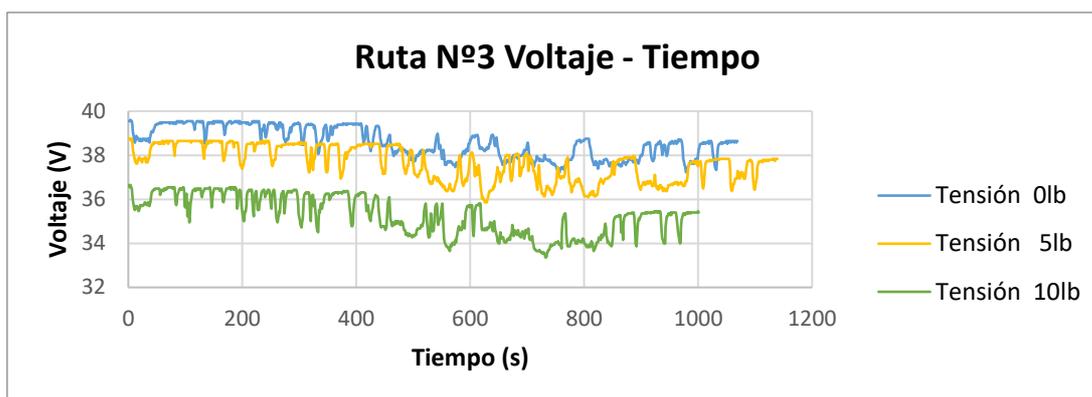
**Figura 14.** Gráfica consumo energético versus tiempo

La Figura 15 evidencia grandes picos de consumo de energía de la batería al incrementarse el peso y relacionarse directamente con cada ruta.



**Figura 15.** Gráfica uso de la batería versus tiempo de la Ruta 3

La Figura 16 evidencia la menor caída de voltaje y consumo en relación a las rutas 1 y 2, considerando que este posee un trayecto con pendientes menores.



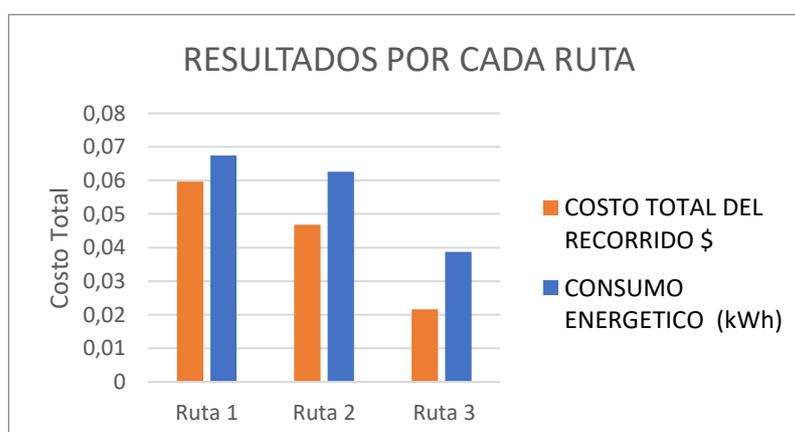
**Figura 16.** Gráfica voltaje versus tiempo – Ruta 3

Finalmente, la Tabla 10 muestra los resultados en el cálculo del costo total del recorrido, como se puede apreciar al incrementar los pesos de carga se tiene variaciones en el costo de 10 y 11% respectivamente.

**Tabla 10.** Resultados costo por kilómetro Ruta 3

PESO	RUTA	RECORRIDO (km)	CONSUMO (kWh)	RENDIMIENTO (km/ kWh)	COSTO DEL KWH	COSTO (\$/km)	COSTO TOTAL \$
0	3	6,0715	0,0360	168,8214	0,0920	0,0033	0,0201
5		6,0664	0,0400	151,6434	0,0920	0,0037	0,0223
10		6,0699	0,0402	150,9657	0,0920	0,0037	0,0225
<b>Promedio</b>		<b>6,0693</b>	<b>0,0387</b>	<b>156,7266</b>	<b>0,0920</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,0216</b>

Al concluir el análisis de cada ruta en función del peso agregado a la bicicleta logística, se llevó a cabo una evaluación final por ruta. En este análisis, se evidencia que la ruta 1 conocida por abarcar las dos primeras plataformas de la ciudad y atravesar el centro histórico, representa el mayor gasto económico y energético. En contraste, la ruta más rentable es la número 3, ya que transita por vías rápidas con tráfico y no requiere cambios de pendiente abruptos, como se puede observar en la Figura 17.



**Figura 17.** Resultados finales por cada ruta

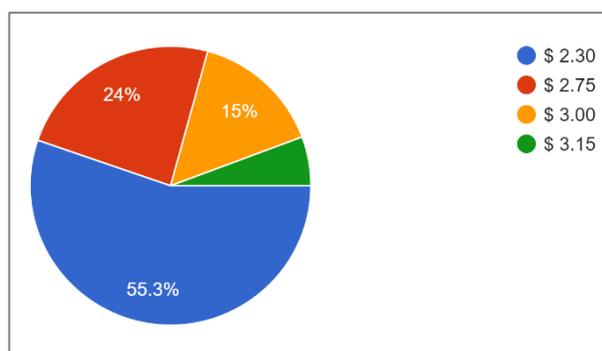
## 3.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

### Estimación de la oferta y demanda del servicio

#### Demanda.

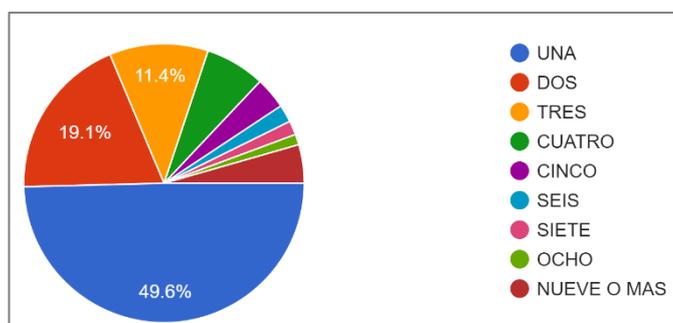
Para determinar la demanda de la posible utilización del proyecto, se realiza una encuesta basada en seis preguntas. Se considera un universo de 382.000 personas, siendo estos los habitantes de la ciudad de Cuenca y la población económicamente activa y posibles usuarios del centro urbano. Además, con una confiabilidad de 96% y un error de 5% se establece un espacio muestral de 382 encuestas. En virtud de lo descrito se obtienen los siguientes resultados.

Costo del servicio. Se evalúan los costos que las personas están dispuestas a pagar por servicios de paquetería, de los cuales el 55.3% de la población paga valores por servicio de \$2.30, como se puede apreciar en la Figura 18.



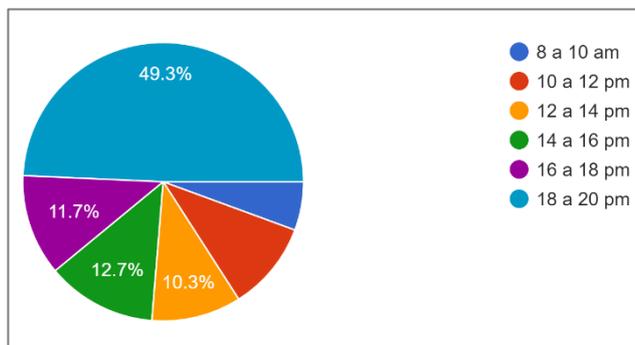
**Figura 18.** Pregunta – costo del servicio.

En el caso de requerir un servicio de paquetería, seleccione la frecuencia de uso para este sistema de transporte a la semana. Se estima que al menos el 49.6% de la población requieren un servicio de paquetería a la semana, además el 30,5% requerirán dos a tres veces por semana.



**Figura 19.** Pregunta – Número de veces de uso del medio de transporte

Seleccione el horario en el cual requiere un servicio de paquetería. Se estima que el 49.3% de la población requieren este tipo de servicio entre las 18:00 a 20:00 horas, por tal razón será necesario planificar este tipo de servicios, mientras que el 50,7% se distribuye entre las 8:00 a 18:00 horas, como se puede apreciar en la Figura 20.



**Figura 20.** Pregunta – Horario de atención tentativo

Los resultados obtenidos en esta encuesta permiten establecer la demanda de un servicio de paquetería, es así como, considerando los usuarios de una vez por semana, se estimaría una demanda de 9828 viajes al año, además que se establece el costo inicial de pago para los usuarios en 2,30USD por cada entrega.

#### **Oferta.**

El proyecto bici logística se posiciona como una solución eficiente y sostenible para las entregas de paquetería liviana, destacando su compromiso con el medio ambiente y la movilidad urbana. Con tarifas de 2.30 dólares por cada 10 kilómetros de recorrido, dentro de la zona urbana de Cuenca, brinda a sus clientes una opción económica sin sacrificar la calidad del servicio.

Se inicia con dos bicicletas adaptadas para carga liviana; garantiza entregas rápidas y seguras, abriendo la puerta a un modelo de negocio competitivo y respetuoso con el entorno. Se considera un tiempo de trabajo diario de 720 minutos, además se estima que el tiempo de viaje medio de acuerdo con los resultados previos se estima en 40 minutos, con una eficiencia del 75% en los servicios. Este enfoque innovador optimiza los costos operativos y contribuye a la reducción de tiempos de entrega en el centro de la ciudad, posicionando el proyecto como una elección inteligente para quienes buscan eficacia, economía y responsabilidad ambiental en cada entrega, como se indica en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Tiempos de entrega

TIEMPOS DE ENTREGA TRES BICIOLOGISTICAS	
Tiempo de servicio día (minutos)	720
Tiempo estimado por viaje (minutos)	40
Tiempo de despacho / entrega (minutos)	10
Viajes teóricos una bici logística	14,4
Eficiencia ofertada del servicio	75%
Viajes planificados con 75% de eficiencia con 3 bici logística	33
<b>Viajes establecidos por mes</b>	<b>972</b>

### Evaluación de costos.

Para estimar la variación de los costos es importante analizar cada uno de los factores que forman parte de los costos fijos, por lo tanto, se tiene en cuenta que se necesita una persona con responsabilidades administrativas, tres conductores de bici logística, con el sueldo básico unificado ecuatoriano, arriendo de un local, gastos básicos del mismo y el costo de la depreciación mensual de equipos, herramientas y mobiliario, siendo los valores representados en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Costos fijos

COSTOS FIJOS	
MANO DE OBRA	\$ 2.450,70
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 50,00
COSTOS LEGALES	\$ 100,00
DEPRECIACIONES	\$ 170,70
RENTA	\$ 200,00
<b>TOTAL, COSTO FIJOS</b>	<b>\$ 2.970,70</b>

En la Tabla 13 también se analiza costos operativos variables, considerandos por mes, en este caso los datos iniciales de costo por kilómetro de energía consumida, los valores de mantenimiento, la suma de estos valores concluye con los gastos variables del proyecto; se calcula el costo por cada 10 km de entrega y posterior a ello el costo por los kilómetros recorridos en un mes de tres bicicletas de esta manera obteniendo el costo total variable.

**Tabla 13.** Costos variables

COSTOS VARIABLES	
VARIABLE	\$/Km
ENERGÍA	\$ 0,005
MANTENIMIENTO	\$ 0,01
NEUMÁTICOS	\$ 0,02
TOTAL	\$ 0,03

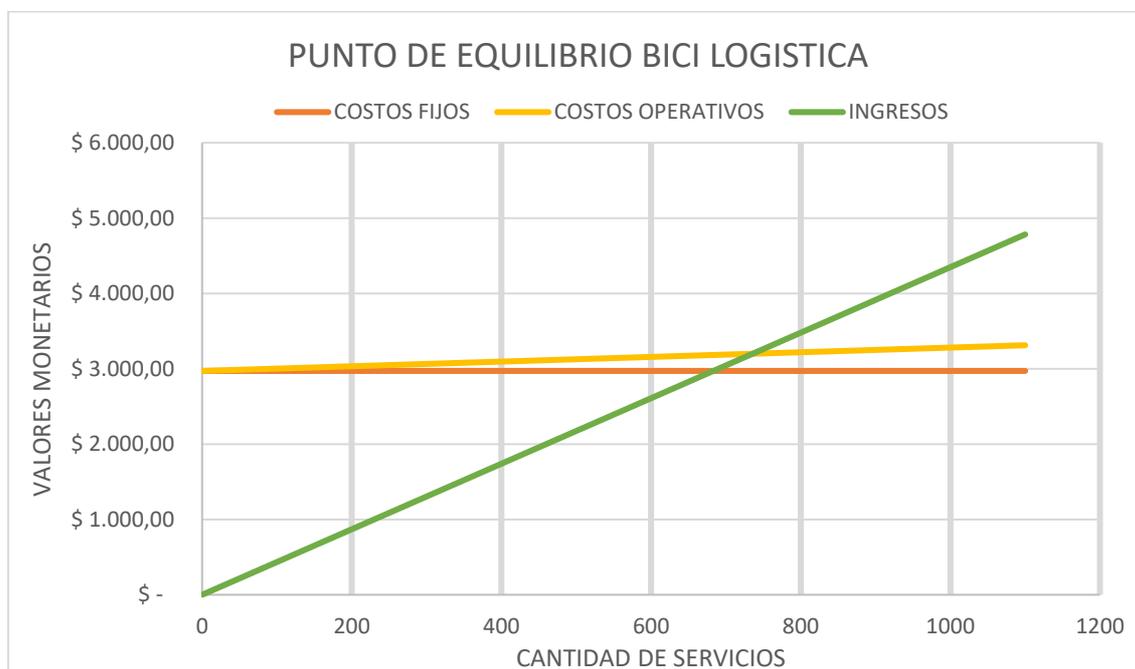
TOTAL, VIAJE	\$ 0,31
<b>TOTAL, COSTOS VARIABLES</b>	<b>\$ 1255,50</b>

Finalmente se obtiene los costos totales de egresos necesarios a cubrir en el periodo de 30 días laborales, en los cuales el proyecto de bici logística entrará en funcionamiento, a continuación, en la Tabla 14 se puede apreciar los valores de costos totales.

**Tabla 14.** Costos operativos mensuales

COSTOS TOTALES MENSUALES	
COSTOS FIJOS	\$ 2 970,70
COSTOS VARIABLES	\$ 1255,50
<b>TOTAL, COSTOS MENSUALES</b>	<b>\$ 4 226,90</b>
<b>Punto de equilibrio</b>	<b>\$ 4,35</b>

Por lo tanto, se toma en cuenta los costos mensuales divididos para el número de servicios calculados según el tiempo de entrega, de esta manera se obtiene el punto de equilibrio de \$4.35 en cada entrega. Este valor supera lo estudiado previamente, superando el valor que las personas están dispuestas a pagar por un servicio de paquetería.



**Figura 21.** Punto de equilibrio

Según la Figura 21 se puede establecer el punto de equilibrio, siendo la intersección de líneas de costos operativos y la de ingresos; este cruce de líneas indica que, para

mantener el proyecto sin pérdidas ni ganancias al mes, se necesitan 750 viajes con ventas de \$3 262.00.

### Optimización.

En la Tabla 15 con la finalidad de optimizar la factibilidad del proyecto se considera los siguientes cambios:

- Servicios por cada viaje. Con la finalidad de que cada viaje haga más de un servicio será necesario una planificación que permita realizar al menos dos servicios por cada viaje y la utilización de dos bicicletas y un operario menos, para ello será necesario una planificación anticipada que permita coordinar esta actividad.
- Según esto, la oferta se verá afectada, pudiendo ser de hasta 1296 servicios por mes, considerando una eficiencia del 75%, y brindarse por 12 horas al día, lo que daría 9 horas diarias, por lo que se optimiza el servicio y se obtendría la siguiente información, por consiguiente, se muestran los valores de los costos fijos optimizados en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Costos fijos optimizado

COSTOS FIJOS	
MANO DE OBRA	\$ 1.838,03
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 50,00
COSTOS LEGALES	\$ 50,00
DEPRECIACIONES	\$ 128,33
RENTA	\$ 200,00
<b>TOTAL,</b>	<b>\$ 2.266,03</b>

En la Tabla 16 se presentan los costos variables generados por mes, en este caso analizando con la utilización del modelo optimizado de dos bicicletas logísticas.

**Tabla 16.** Costos variables optimizado

COSTOS VARIABLES	
VARIABLE	\$/Km
ENERGÍA	\$ 0,005
MANTENIMIENTO	\$ 0,01
NEUMÁTICOS	\$ 0,02
TOTAL	\$ 0,03
TOTAL, VIAJE	\$ 0,31
TOTAL, COSTOS VARIABLES	\$ 401,76
COSTOS TOTALES	\$ 2.892,36

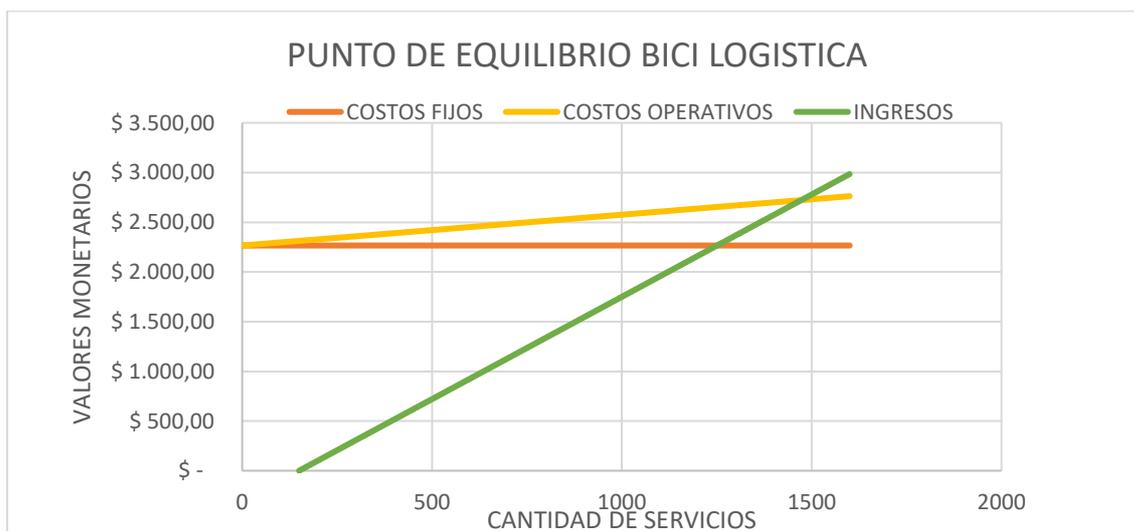
**PUNTO DE EQUILIBRIO**                      \$    **2,23**

Seguido a esto, en la Tabla 17 se puede apreciar los valores de costos totales, con la estrategia de optimización en el proyecto.

**Tabla 17.** Costos operativos mensuales

COSTOS TOTALES MENSUALES	
COSTOS FIJOS	\$ 2 266,03
COSTOS VARIABLES	\$ 401.76
<b>TOTAL, COSTOS MENSUALES</b>	<b>\$ 2.667.79</b>
<b>Punto de equilibrio</b>	<b>\$ 2.06</b>

Como resultado, se consideran los gastos mensuales optimizados divididos entre el número de servicios calculados basándose en el tiempo de entrega. De esta manera, se determina un punto de equilibrio de \$2.06 por cada entrega.



**Figura 22.** Punto de equilibrio optimizado

De acuerdo con la Figura 22, se define el punto de equilibrio después de las modificaciones en las condiciones del servicio previamente mencionadas al observar la intersección entre las líneas que representan los costos operativos y los ingresos. En este contexto, el punto de equilibrio se sitúa en 1316 viajes, generando ventas por un total de \$2,672.02.

Otro factor que considerar es el hecho que se está planificando con un servicio de 10Km por cada viaje, sin embargo, los viajes podrán ser más cortos, implicando menor

recorrido por ende un menor tiempo y costo de viaje, lo que permitiría generar ganancia para la empresa.

### VAN y TIR.

Aplicando este análisis financiero con las ecuaciones 7 y 8, al proyecto de bici logística que se dedica a la entrega de paquetería en el centro urbano de la ciudad de Cuenca con bicicleta eléctrica, se obtiene los siguientes datos.

Como se expresa en la Tabla 18 los resultados del análisis económico del proyecto bici logística se tiene lo siguiente;

**Tabla 18.** Datos para análisis VAN - TIR

VAN- TIR	
ACTIVOS NO CORRIENTES (INVERSION)	\$6,900.00
TASA DE INTERES	3%
TIEMPO PROYECTADO	10 años
VIAJES AL AÑO	10950
PRECIO DE SERVICIO	\$2,30

Una inversión inicial de \$6,900.00, que corresponde a la compra de dos bicicletas eléctricas, equipos, herramientas y mobiliario, el interés del 3% que corresponde al porcentaje de inflación en el país, se considera un operador para cada bici logística dicho de paso que estos trabajan 30 días laborables con 15 entregas diarias cada uno.

El precio de cada entrega de \$2.3 según la determinación de la oferta con una proyección en un periodo de 10 años y la inflación se calcula los egresos, ingresos y la fluctuación de caja durante el periodo de tiempo antes mencionado como se expresa en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Calculo VAN - TIR

CALCULO VAN - TIR			
Periodo	Egresos	Ingresos	Flujo de caja
0	\$ 6.900,00		\$ -6.900,00
1	\$ 32.013,48	\$ 34.056,00	\$ 2.042,52
2	\$ 32.653,75	\$ 35.077,68	\$ 2.423,93
3	\$ 33.306,82	\$ 36.130,01	\$ 2.823,19
4	\$ 33.972,96	\$ 37.213,91	\$ 3.240,95
5	\$ 34.652,42	\$ 38.330,33	\$ 3.677,91
6	\$ 35.345,47	\$ 39.480,24	\$ 4.134,77
7	\$ 36.052,38	\$ 40.664,65	\$ 4.612,27
8	\$ 36.773,43	\$ 41.884,58	\$ 5.111,16

9	\$ 37.508,89	\$ 43.141,12	\$ 5.632,23
10	\$ 38.259,07	\$ 44.435,36	\$ 6.176,28

Finalmente, como se observa en la Tabla 20 se obtiene como resultado, que el proyecto bici logística es viable para su inversión, ya que se proyecta el valor actual neto (VAN) positivo de \$ 26 163,73 y una tasa de retorno (TIR) del 41% de la inversión inicial en 10 años.

**Tabla 20. RESULTADOS VAN - TIR**

VAN- TIR PROYECCIÓN 10 AÑOS	
VAN	\$ 26,163.73
TIR	41%

## 4. DISCUSIÓN

El consumo energético y la potencia máxima de la bici logística en el presente estudio se estableció en  $0,47\text{KWh} \pm 0,02\text{KWh}$  y  $9,85\text{Kw} \pm 1,33\text{KW}$  respectivamente, considerando rutas con pendientes nulas, bajas y altas, en una distancia aproximada de 7Km. La cual, muestra un gran porcentaje de similitud con el estudio realizado por Ordoñez (2016) en la ciudad de Cuenca (Ecuador), utilizando rutas similares y presentando un consumo de 0,39KWh en 6,97Km y potencia de 9,34KW. Motivo por el cual, se presenta la factibilidad en su implementación, considerando que la ciudad en su área urbana demanda bajos valores energéticos, ligados directamente al costo/beneficio.

El estudio de demanda demostró congruencia con la investigación realizada por Cobo (2022) en la ciudad de Ambato, tomando en cuenta que son dos ciudades con demografías muy similares. Se presenta en los dos casos una necesidad y preferencias por el uso de la bicicleta eléctrica muy cercano al 50%. Lo cual, demuestra la importancia en la implementación de un sistema ecológico, económico y de fácil acceso y uso. Además, se evidencia las preferencias y curiosidad de la población al uso de una nueva tecnología en movilidad, ya sea para uso personal o en este caso para servicios de entrega de paquetería.

En el caso de esta investigación la ruta de prueba tiene una distancia promedio de 7 km de recorrido, a una velocidad media de 18,28 km/h, en un tiempo de 25 minutos, resultados que son similares a la investigación de Gonzalez-Calderon et al. (2022) ,

donde realizan un estudio enfocado en la base de datos proporcionada por la empresa RAPPI la cuál es una empresa de entrega de mercadería que ha implementado el uso de bicicleta de carga. Por lo tanto, en dicha investigación obtienen que el promedio de kilómetros recorridos en los viajes realizados es de 1.01 km y el tiempo de cada viaje es de 19,9 minutos. Además, el cálculo de velocidad promedio de los viajes en bicicleta es de 3,43 km/h en la zona de estudio.

## 5. CONCLUSIONES

En el presente caso, conforme se puede observar el estudio realizado en la ciudad de Cuenca, el proyecto resulta viable y beneficioso económicamente para su implementación, este tiene que ser acompañado de una campaña de marketing, en el cual el proyecto pueda hacerse conocer por los habitantes del centro urbano, para que también el propietario de este pueda garantizar su punto de equilibrio, y el incremento de su utilidad, sin descuidar la estabilidad a sus colaboradores.

El estudio de factibilidad para la implementación de Bici Logística como alternativa de movilidad de entrega en la ciudad de Cuenca demuestra el potencial de este enfoque para abordar los desafíos de movilidad y sostenibilidad en un entorno urbano. Los resultados de este estudio indican que, en términos económicos, y de eficiencia, la introducción de sistemas de entrega en bicicleta puede ser viable y beneficiosa para la ciudad. Además, se ha identificado un interés y una aceptación creciente por parte de los actores clave, incluyendo las empresas de entrega y la comunidad en general.

Sin embargo, es importante destacar que la implementación exitosa de Bici Logística requerirá la colaboración de múltiples partes interesadas, inversiones estratégicas en infraestructura y tecnología, así como políticas de apoyo. Además, es fundamental considerar aspectos como la seguridad de los ciclistas y la planificación de rutas para optimizar la eficiencia de entrega.

En última instancia, la implementación de la Bici Logística ofrece una solución prometedora para mejorar la movilidad y las entregas de paquetería liviana en la ciudad de Cuenca, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y bienestar urbano. Este estudio de factibilidad proporciona una base sólida para futuros pasos en la planificación e implementación de este innovador enfoque de movilidad y entrega en la zona urbana de Cuenca.

La adopción de bicicletas eléctricas en la entrega de mercancía ofrece una serie de beneficios evidentes reduciendo significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación del aire en áreas urbanas congestionadas, reducción en el tiempo de entrega de encomiendas. Esto contribuye a la lucha contra el cambio

climático y mejora la calidad del aire para los residentes de la ciudad. Pueden navegar fácilmente por calles estrechas y congestionadas, evitando los problemas de estacionamiento que a menudo enfrentan los vehículos de motor. Esto se traduce en entregas más rápidas y eficientes, lo que satisface tanto a los consumidores como a las empresas de logística.

## 6. CONFLICTO DE INTERÉS:

No existen conflictos de interés de naturaleza alguna por parte de los autores en la elaboración del presente proyecto investigativo.

## 7. FUENTE DE FINANCIAMIENTO:

El presente trabajo investigativo ha sido realizado con recursos propios de los autores y la colaboración de la Universidad Politécnica Salesiana, mediante el proyecto de investigación de movilidad alternativa de la carrera de Ingeniería Automotriz.

## REFERENCIAS

---

- Álvarez Coello, G. A., Arias Rojas, A. I., & Serrano Guevara, O. S. (2017). *Evaluación de la bicicleta eléctrica para entrega de documentos y paquetería liviana en la ciudad de Cuenca*. 11, 33.
- Amadoz, S. (2022). *Cuántos coches hay en el mundo en circulación*. el país. <https://motor.elpais.com/actualidad/cuantos-coches-hay-en-el-mundo-en-circulacion/>
- Bogdanski, R., Cailliau, C., Seidenkranz, M., Bayer, M., & Reed, M. (2021). Development of a General Specification Sheet for Heavy-Duty Cargo Bikes. *2021 16th International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies, EVER 2021*. <https://doi.org/10.1109/EVER52347.2021.9456636>
- Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil* (Vol. 3).
- Callas, S. (2019). *Libro Blanco del Transporte*. <https://doi.org/10.2832/42444>
- Celi, S. (2018). Análisis del comportamiento del transporte público a nivel mundial. *Espacios*, 39(18), 1-15.
- Cobo, M. (2022). *Creación e implementación de una nueva línea de comercialización de bicicletas eléctricas para la Empresa Alemotos de la ciudad de Ambato*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Coppola, L., Pucci, P., & Pirlo, G. (2022). MOBILITÀ CITTA. VERSO UNA POST CAR CITY. *Univesidad de Bologna*, 14, 22. <https://doi.org/10.6092/unibo/amsacta/7116>
- Cuenca, G. M. de. (2022). *Cuenca se convierte en la primera ciudad Latinoamericana en recibir la Certificación BikeFriendly*. Gad Municipal de Cuenca. <https://www.cuenca.gob.ec/content/cuenca-se-convierte-en-la-primera-ciudad-latinoamericana-en-recibir-la-certificacion>
- Diario la Hora. (2022). *Parque automotor creció 13% en los últimos tres años en Ecuador*. la hora. <https://www.lahora.com.ec/pais/crecimiento-parque-automotor-desde-2018/>
- Dirección de Regulación Económica y Tarifas del Sector Electrico. (2022). ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DEL COSTO DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PERIODO: ENERO – DICIEMBRE 2023 Informe N°. DRETSE-2022-045. En *Agencia*
-

*de regulación y control de energía y recursos natural no renovables.*

- Dumrauf, G. (2022). *Manual de matemáticas financieras* (Segunda).
- Freire, W., Ramírez, M., & Belmont, P. (2014). *ENCUESTA NACIONAL DE SALUD Y NUTRICIÓN*.
- Gonzalez-Calderon, C. A., Posada-Henao, J. J., Granada-Muñoz, C. A., Moreno-Palacio, D. P., & Arcila-Mena, G. (2022). Cargo bicycles as an alternative to make sustainable last-mile deliveries in Medellin, Colombia. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 1172-1187. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.04.006>
- Guamán, J., & Rivera, D. (2019). ESTUDIO PARA DETERMINAR LA OFERTA Y DEMANDA DE TRANSPORTE PUBLICO EN EL CANTÓN SANTIAGO DE QUERO. En *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo*.
- Guzmán, J. (2019). *Evaluación Económica de Inversiones*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2017). *Conozcamos Cuenca a través de sus cifras* |. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/conozcamos-cuenca-a-traves-de-sus-cifras/>
- Jiménez, J., & Jiménez, J. (2016). Logística del autotransporte de carga: Estrategias de gestión. *Instituto Mexicano del Transporte*, 48(483), 105. <https://doi.org/0188-7297>
- Llorca, C., & Moeckel, R. (2020). Study of cargo bikes for parcel deliveries under different supply, demand and spatial conditions. *2020 Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems, FISTS 2020*, 39-44. <https://doi.org/10.1109/FISTS46898.2020.9264864>
- López, G. (2006). Cálculo Financiero Aplicado. En *La Ley, Buenos Aires* (2da. edici).
- Niels, T., Hof, M. T., & Bogenberger, K. (2018). Design and Operation of an Urban Electric Courier Cargo Bike System. *IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC, 2018-Novem*, 2531-2537. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2018.8569606>
- Nürnberg, M. (2019). Analysis of using cargo bikes in urban logistics on the example of Stargard. *Transportation Research Procedia*, 39(2018), 360-369. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.038>
- Oliveira, C., Rigatto, I. B., & De Oliveira, L. K. (2020). Characterization and analysis of the economic viability of cycle logistics transport in Brazil. *Transportation*

- Research Procedia*, 46, 189-196. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.180>
- Ordoñez, S. (2016). Evaluación de una bicicleta eléctrica como alternativa de movilidad en la ciudad de Cuenca Trabajo. En *Universidad del Azuay*. Universidad del Azuay.
- Pacheco, F. (2019). Módulo costos de producción. En A. Arango, O. Sanchez, & H. Vargas (Eds.), *Módulo costos de producción* (Primera). Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.
- Paredes, P. (2022). *Estimación de la demanda energética en el sistema de bicicleta pública de la ciudad de Cuenca, para las estaciones: San Sebastián, Parque Calderón, La Merced, Víctor J. Cuesta y Portal Artesanal*. Universidad del Azuay.
- Ríos, R., Claudia, H., & De la Lanza, I. (2020). *La bicicleta nos puede llevar hacia un futuro más sostenible e inclusivo tras la pandemia*. Inter-american Bank. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/la-bicicleta-nos-puede-llevar-hacia-un-futuro-mas-sostenible-e-inclusivo-tras-la-pandemia>
- Saha, A., Simic, V., Senapati, T., Dabic-Miletic, S., & Ala, A. (2022). A Dual Hesitant Fuzzy Sets-Based Methodology for Advantage Prioritization of Zero-Emission Last-Mile Delivery Solutions for Sustainable City Logistics. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 6706(c). <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2022.3164053>
- Sanz, G., Pastor, R., & Benedito, E. (2013). Distribución urbana de mercancías: Descripción y clasificación de soluciones existentes e implementación de dos soluciones novedosas. *DYNA (Colombia)*, 80(179), 6-13.
- Sárdi, D. L., & Bóna, K. (2018). Macroscopic simulation model of a multi-stage, dynamic cargo bike-based logistics system in the supply of shopping malls in Budapest. *2018 Smart Cities Symposium Prague, SCSP 2018*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/SCSP.2018.8402680>
- SPECIALIZED. (s. f.). *Turbo Vado 4.0*. Recuperado 30 de noviembre de 2023, de <https://www.specialized.com/us/en/turbo-vado-40/p/206159?color=348371-206159>
- Veliz Delgadillo, C. (2018). *Estudio de viabilidad de movilidad con bicicletas eléctricas*. 1, 110.
- Zhang, L., Matteis, T., Thaller, C., & Liedtke, G. (2018). Simulation-based Assessment of Cargo Bicycle and Pick-up Point in Urban Parcel Delivery. *Procedia Computer Science*, 130, 18-25. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.007>

