

*Aplicativo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de Pasto*

EcoBike: un aplicativo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de San Juan de Pasto



Universidad  
**Mariana**

Autores

Donato Nicolas Ayala Osorio

Juan Felipe Benavides Patichoy

Mario Andrés Pinchao Rosero

Universidad Mariana  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería de Sistemas  
San Juan de Pasto

2023

EcoBike: un aplicativo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la  
ciudad de San Juan de Pasto

Autores

Donato Nicolas Ayala Osorio  
Juan Felipe Benavides Patichoy  
Mario Andrés Pinchao Rosero

Informe Final presentado para optar al título de Ingeniero de  
Sistemas

Giovanni Albeiro Hernández Pantoja  
Asesor

Universidad Mariana  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería de Sistemas  
San Juan de Pasto  
2023

Artículo 71

Reglamento de investigaciones

Universidad mariana

“los conceptos, afirmaciones y opiniones emitidos en el trabajo de grado son responsabilidad única y exclusiva del (los) educando (s).”

## **Agradecimientos**

En este trabajo de grado no representa solo un logro académico alcanzado, sino también un paso hacia adelante en la promoción de un estilo de vida más saludable y sostenible a través del fomento de la bicicleta como medio de transporte. Agradecemos a nuestros profesores por su orientación experta, a nuestros familiares por su constante apoyo y comprensión, y a nuestros amigos por su aliento y motivación. ¡Por un estilo de vida sostenible, gracias por creer en nuestro proyecto!

## **Dedicatorias**

A nuestros padres y educadores, por su apoyo incondicional.

## **Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	14
1. Elementos Del Proceso.....	21
1.1. Título .....	21
1.2. Problema De Investigación.....	21
1.2.1. Descripción del problema .....	21
1.2.2. Formulación del problema.....	27
1.3. Objetivos.....	27
1.3.1. Objetivo general.....	27
1.3.2. Objetivos Específicos .....	27
1.4. Justificación .....	27
1.5. Método De Desarrollo .....	29
1.6. Línea Y Áreas Temáticas .....	30
1.7. Presupuesto .....	30
1.8. Cronograma .....	33
1.9. Productos Esperados .....	36
1.10. Condiciones De Entrega .....	36
2. Resultados.....	37
2.1. Objetivo 1: Iniciativas para el uso de la bicicleta como medio de transporte.....	37
2.1.1. Preguntas de investigación.....	37
2.1.2. Proceso de búsqueda.....	38
2.1.3. Proceso de selección .....	39
2.1.4. Proceso de evaluación de la calidad .....	41
2.1.5. Extracción de datos.....	46
2.1.6. Síntesis de resultados .....	72
2.2. Objetivo 2: Aplicación móvil orientada a promover el uso de la bicicleta.....	74
2.2.1. Establecer los elementos de la estrategia.....	75
2.2.2. Identificar las necesidades de los stakeholders.....	76

2.2.3. Priorizar las necesidades .....	87
2.2.4. Desarrollar los Sprints .....	88
2.3. Objetivo 3: Evaluación de usabilidad de la aplicación EcoBike .....	116
2.3.1. Identificar referente teórico para evaluación de usabilidad .....	116
2.3.2. Elaborar instrumento de evaluación .....	119
2.3.3. Aplicar instrumento de evaluación .....	120
2.3.4. Análisis de resultados .....	120
3. Conclusiones.....	137
4. Recomendaciones .....	139
Referencias .....	141
Anexos.....	145

## **Listas De Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Lineamientos del método para la gestión del producto .....	29
Tabla 2. Presupuesto global del proyecto.....	30
Tabla 3. Descripción de la Inversión en personal.....	30
Tabla 4. Otros rubros .....	31
Tabla 5. Cronograma de actividades .....	33
Tabla 6. Cadena de búsqueda .....	38
Tabla 7. Parámetros de búsqueda .....	38
Tabla 8. Criterios de selección de estudios.....	39
Tabla 9. Estrategia de selección .....	40
Tabla 10. Criterios de evaluación de la calidad.....	42
Tabla 11. Criterios de evaluación de la calidad.....	43
Tabla 12. Estudios seleccionados .....	44
Tabla 13. Iniciativas encontradas .....	49
Tabla 14. Elementos que utilizan las estrategias por artículos .....	61
Tabla 15. Clasificación de las iniciativas .....	65
Tabla 16. Categorización de iniciativas identificadas .....	67
Tabla 17. Uso de aplicaciones para dispositivos móviles en las iniciativas.....	69
Tabla 18. Tecnologías usadas en aplicaciones móviles .....	72
Tabla 19. Historias de usuario priorizadas .....	87
Tabla 20. Historias de usuario Sprint 1 .....	89
Tabla 21. Artefacto de Especificación historia de usuario .....	90
Tabla 22. Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias .....	91
Tabla 23. Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR.....	91
Tabla 24. Historias de usuario Sprint 2 .....	94
Tabla 25. Especificación de historias de usuario.....	98
Tabla 26. Artefacto de Especificación historia de usuario .....	99
Tabla 27. Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias .....	99

Tabla 28. Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR.....	100
Tabla 29. Especificación historias de usuario .....	102
Tabla 30. Especificación historias de usuario .....	105
Tabla 31. Artefacto de Especificación historia de usuario .....	106
Tabla 32. Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias .....	106
Tabla 33. Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR.....	107
Tabla 34. Especificación historias de usuario .....	111
Tabla 35. Artefacto de Especificación historia de usuario .....	112
Tabla 36. Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias .....	112
Tabla 37. Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR.....	113
Tabla 38. Evaluación de usabilidad.....	117
Tabla 39. Enunciados para evaluar la usabilidad .....	117
Tabla 40. Escala tipo Likert.....	118
Tabla 41. Traducción de enunciados SUS .....	119
Tabla 42. Calificación de enunciados impares .....	134
Tabla 43. Calificación de enunciados impares .....	134

## **Listas De Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Calidad del aire entre 2011 y 2017 .....	22
Figura 2. Mapa de Ruido – Día sin carro y sin moto 2018 .....	24
Figura 3. Mapa de Ruido – Día Normal 2018.....	25
Figura 4. Efectos sobre la salud.....	26
Figura 5. Proceso de mapeo sistemático de literatura .....	37
Figura 6. Resultados de la revisión sistemática.....	40
Figura 7. Publicación de artículos por año .....	46
Figura 8. Publicaciones por repositorios .....	47
Figura 9. Tipos de publicaciones.....	48
Figura 10. Visualización grafica de los resultados obtenidos .....	63
Figura 11. Método desarrollo de la aplicación móvil.....	74
Figura 12. Elementos tecnológicos recurrentes en las estrategias.....	75
Figura 13. Visualización Gráfica de Grupos de Edad .....	77
Figura 14. Representación Gráfica del Género .....	78
Figura 15. Representación del nivel de estudios máximos alcanzados .....	79
Figura 16. Representación gráfica de tenencia de una bicicleta.....	80
Figura 17. Grafica de frecuencia porcentaje de uso de la bicicleta.....	81
Figura 18. Grafica de obstáculos al usar la bicicleta.....	82
Figura 19. Grafica de incentivos para usar la bicicleta .....	83
Figura 20. Gráfica de incentivos clasificados por genero .....	85
Figura 21. Visualización grafica de los incentivos categorizados en la tenencia de una bicicleta.....	86
Figura 22. Interfaz de la historia HU-1 .....	92
Figura 23. Modelo lógico de datos.....	93
Figura 24. Datos de alimentación base de datos .....	93
Figura 25. Datos de alimentación base de datos.....	94
Figura 26. Codificación de método para el registro .....	96
Figura 27. Codificación de las pruebas unitarias .....	97

Figura 28. Interfaz de la historia HU-5 .....	101
Figura 29. Registro de rutas .....	103
Figura 30. Codificación de rutas Back-end.....	103
Figura 31. Codificación de pruebas para las rutas.....	104
Figura 32. Interfaz de la historia HU-1 .....	108
Figura 33. Codificación Back-end uso de API para mapeo .....	109
Figura 34. Codificación pruebas unitarias para control de mapa .....	110
Figura 35. Interfaz de la historia HU-4 .....	113
Figura 36. Extracción base de datos amigos .....	114
Figura 37. Codificación de Back-end para agregar amigos .....	114
Figura 38. Codificación de pruebas unitarias para agregar a amigos.....	115
Figura 39. Fases evaluación de usabilidad .....	116
Figura 40. Representación de las edades.....	121
Figura 41. Representación Gráfica del Género .....	122
Figura 42. Representación del Nivel de Estudios Máximos Alcanzados .....	123
Figura 43. Representación de la afirmación (Creo que me gustaría utilizar este producto con frecuencia).....	124
Figura 44. Representación de la afirmación (Encontré el producto innecesariamente complejo) .....	125
Figura 45. Representación de la afirmación (Pensé que el producto era fácil de usar).....	126
Figura 46. Representación de la afirmación (Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder utilizar este producto).....	127
Figura 47. Representación de la afirmación (Descubrí que las diversas funciones de este producto estaban bien integradas) .....	128
Figura 48. Representación de la afirmación (Pensé que había demasiadas inconsistencias en este producto) .....	129
Figura 49. Representación de la afirmación (Me imagino que la mayoría de las personas aprendería a utilizar este producto muy rápidamente) .....	130
Figura 50. Representación de la afirmación (Encontré el producto muy incómodo de usar) .....	131
Figura 51. Representación de la afirmación (Me sentí muy capaz usando el producto).....	132

Figura 52. Representación de la afirmación (Necesité aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar este producto) .....133

Figura 53. Escala de puntuación de usabilidadEscala de puntuación de usabilidad .....135

## **Listas De Anexos**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Filtros para medir la calidad de las iniciativas recompiladas de la base de datos Springer .....	146
Anexo 2. Filtros para medir la calidad de las iniciativas recompiladas de la base de datos IEEE Xplorer .....	147
Anexo 3. Filtros para medir la calidad de las iniciativas recompiladas de la base de datos ACM Digital Library.....	148
Anexo 4. Extracción de datos por medio de preguntas de investigación.....	149
Anexo 5. Extracción de datos sobre la encuesta para priorizar las necesidades de los Stakeholders .....	150
Anexo 6. Desarrollo de la aplicación móvil EcoBike .....	151
Anexo 7. Extracción de datos sobre la encuesta para valorar la usabilidad de la aplicación.....	152
Anexo 8. Divulgación .....	153
Anexo 9. Carta que justifica el desarrollo tecnológico .....	154
Anexo 10. Carta que aprueba el producto entregado EcoBike.....	155

## **Introducción**

A nivel mundial, el sector del transporte emite casi una cuarta parte de los gases de efecto invernadero, lo que no solo incide en la contaminación del aire, sino en el acelerado cambio climático al que se enfrenta el planeta (ONU, 2020). Esta problemática global es un pilar de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, plan de acción universal para garantizar la prosperidad para todos, desde una perspectiva sostenible que proteja el medio ambiente. La Agenda 2030 comprende 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales fueron aceptados por los 193 Estados miembros de las Naciones Unidas en 2015. De ese modo, cada país está comprometido a trabajar en la implementación de estos ODS de acuerdo con sus propias circunstancias y prioridades a nivel nacional. Entre estos objetivos, se destacan tres ODS que incluyen metas específicas destinadas a reducir los efectos perjudiciales de la contaminación del aire.

En el ODS 3 (Salud y Bienestar), se busca reducir sustancialmente el número de muertes y enfermedades causadas por la contaminación del aire, el agua y el suelo. En el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), se apunta a disminuir el impacto ambiental negativo por habitante de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire. Finalmente, en el ODS 13 (Acción por el Clima), se establece como objetivo limitar el calentamiento global a 1,5°C, reduciendo las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> en un 45% entre 2010 y 2030 (ODS, PNUD, 2016).

En Colombia, en el 2018, a través del Documento CONPES 3918, se estableció la estrategia para la ejecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en donde se espera que para 2030, Colombia habrá reducido en un 20% las emisiones de gases efecto invernadero. Sin embargo, los vehículos que utilizan energía a partir de combustibles no sustentables son los responsables del 78% de las emisiones de partículas causantes del cambio climático y contaminación del aire (Greenpeace, 2022). Esta es una estadística preocupante considerando que, en 2023, el parque automotor del país superó la barrera de los 18 millones de vehículos (Gil, 2023) de los cuales, el 45% tiene más de 10 años de uso (Reyes, 2023), lo que los hace más propensos a contaminar hasta 40 veces más entre más antiguos sean (Nieto, 2018).

Junto con la contaminación del aire, los automóviles también contribuyen significativamente a la contaminación auditiva en entornos urbanos (Ramírez y Domínguez, 2011). El ruido del tráfico, los bocinas y los motores en constante funcionamiento pueden tener efectos perjudiciales en la salud de las personas, pues la exposición prolongada al ruido del tráfico se ha relacionado con una serie de problemas de salud, como estrés, trastornos del sueño, problemas cardiovasculares y cognitivos (Infante y Pérez, 2021). La creciente cantidad de vehículos en circulación, especialmente en áreas urbanas, agrava este problema y subraya la necesidad de abordar tanto la contaminación del aire como la acústica en un esfuerzo por lograr un entorno más saludable y sostenible.

En ese sentido, se han desarrollado iniciativas que promueven el uso de la bicicleta como una alternativa de transporte, pues no emiten contaminantes ni ruido, y promueven la actividad física. Estudios como el realizado por Benguaría (2008) en Santiago de Chile y el llevado a cabo por Ríos et al. (2015) en América Latina y el Caribe, han revelado la relevancia de impulsar iniciativas que fomenten el ciclismo como estrategia de movilidad urbana sostenible, es decir, satisfacer las necesidades de la movilidad en los distintos territorios, preservando el medio ambiente (Acciona, 2020) Estos trabajos han enfatizado que la planificación de la infraestructura para bicicletas, la participación ciudadana y la integración con el transporte público son elementos clave para promover el uso de la bicicleta en las ciudades.

En ese orden de ideas, este estudio se propuso abordar la problemática de la contaminación del aire y acústica en San Juan de Pasto desde una perspectiva tecnológica. La pregunta central que guió la investigación fue: ¿cómo se puede contribuir a la reducción de la contaminación del aire y el ruido en la ciudad de San Juan de Pasto desde una perspectiva tecnológica? La creciente preocupación por la calidad del aire y el entorno sonoro en esta ciudad motivó este proyecto, con el propósito de reducir los impactos en la salud pública, el bienestar de la comunidad y la preservación del entorno natural de Pasto. Investigaciones previas han destacado la eficacia de fomentar el ciclismo como una solución a estos problemas, el aporte del proyecto EcoBike es la innovadora inclusión de una aplicación móvil que recompensa económicamente a los usuarios por distancia recorrida en bicicleta.

Los resultados de esta investigación proporcionan información sobre la recepción y la efectividad de la aplicación móvil EcoBike en la promoción de la movilidad urbana sostenible en San Juan de Pasto. Un aspecto clave del estudio fue evaluar la usabilidad y la satisfacción de los usuarios con EcoBike. Para lograrlo, se implementó el System Usability Scale (SUS), donde se encontró que los usuarios perciben a EcoBike como una herramienta que les motiva a utilizar la bicicleta con mayor frecuencia.

Los incentivos y recompensas económicas ofrecidas por la aplicación son efectivos para aumentar la cantidad de viajes en bicicleta. Esto se traduce en un potencial impacto positivo en la congestión vehicular, la calidad del aire de la ciudad y en la disminución de contaminación acústica. Los resultados sugieren que EcoBike consigue influir en la toma de decisiones de los usuarios para optar por la bicicleta en lugar de vehículos con combustibles fósiles.

El documento se estructura en cuatro secciones, además de esta introducción. La primera sección comprende los elementos iniciales del proyecto, incluyendo el estado de la cuestión, el título y la problemática abordada, los objetivos, la justificación, la metodología, las áreas temáticas, el presupuesto, el cronograma, los productos esperados y las condiciones de entrega. La segunda sección, se divide en dos partes: la primera se enfoca en iniciativas para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte y la segunda se centra en el desarrollo de una aplicación móvil orientada a este propósito, además de la evaluación de usabilidad de dicha aplicación. En la tercera sección, se presentan las conclusiones derivadas de la investigación. Finalmente, en la cuarta sección, se ofrecen recomendaciones basadas en los hallazgos del estudio para guiar acciones futuras.

Ya en el estado de la cuestión, se tiene en cuenta la investigación realizada por Benguaría (2008), tuvo como fin desarrollar un proyecto urbano que buscó mitigar un aumento indiscriminado en el uso de los medios motorizados al facilitar el uso de la bicicleta en el sistema vial de la ciudad de Santiago en el sector Recolecta (Chile), combinando este medio no motorizado con el uso del transporte público. Los principales resultados de este estudio permiten observar que a través de los años en Santiago de Chile la planificación de la infraestructura ciclista no ha sido centralizada

por ningún ente, y por esta razón las ciclovías existentes en la ciudad son una sumatoria de diversas iniciativas que no tienen relación entre sí.

A través del estudio que realizó Benguaría (2008) también se observó que fue necesaria la existencia de un plan maestro debido a que brindaba facilidades para ciclistas que transitaban por toda la ciudad, ya que, a través de él, los entes gubernamentales pudieron coordinarse con el plan a la hora de plantear la construcción de nuevas ciclovías. El plan maestro que rige la implementación de esta infraestructura a nivel metropolitano fue el elaborado por CONASET, el que en parte se basa en el plan de SECTRA del año 1997. Hoy en día este plan es llevado a cabo por el Gobierno Regional en conjunto con el SERVIU, el MOP y el Ministerio de Transportes.

Benguaría (2008) recomienda la existencia profesional especializada al interior del municipio, que concentre la responsabilidad de tener una planificación específicamente para las rutas de bicicleta. Éste debe estar en un mutuo acuerdo con los actores involucrados a nivel metropolitano y local, con el objetivo de diseñar, construir y mantener una red comunal que le cumpla a ambas escalas de planificación. Es por eso que la ciudadanía debe estar incorporada en la participación de los procesos de planificación vial y de infraestructura para la bicicleta, pues tanto las agrupaciones de ciclistas como los habitantes de un sector son capaces de proveer experiencia e información vital, no obtenible de otras fuentes.

En la investigación de Benguaría (2008) también se abordaron conclusiones en torno a las amenazas existentes para los medios de transporte no motorizados, como las autopistas, que representan barreras sociales y físicas para los peatones. Además, se reflexiona sobre la importancia de la bicicleta para las personas que no cuentan con acceso a vehículos motorizados y que viven en periferia. Estos aspectos hacen que la bicicleta cobre relevancia dada la falta de cobertura del transporte público.

La principal similitud con este proyecto radica en que se está buscando un objetivo similar ya que tanto “USO Y MOVILIDAD DE LA BICICLETA EN LA CIUDAD Plan de Incentivo al Transporte No Motorizado (TNM) en Recoleta” como EcoBike buscan motivar a la gente para que hagan uso de un medio de transporte alternativo como lo es la bicicleta. Por otra parte, lo que

diferencia a EcoBike del proyecto realizado por Benguaría (2008) es que EcoBike se enfoca en una solución que implementa tecnologías móviles, mientras que el proyecto de Benguaría (2008) elabora un plan de movilidad por la ciudad.

Otro artículo que se analizó y en el cual se encontraron similitudes fue la guía realizada por Ríos et al. (2015) quienes exponen el panorama actual sobre la bicicleta como medio de transporte urbano en diferentes ciudades de ALC (América latina y el caribe). Algunos resultados principales que se presentaron en esta guía permiten observar que a pesar de que casi la mitad de las ciudades las cuales se sometieron a consulta, cuentan con departamentos encargados de impulsar el uso de la bicicleta, existe un alto déficit en los datos acerca del ciclismo urbano. La existencia de dichos departamentos es fundamental para el apoyo al uso de la bicicleta.

Ríos et al. (2015) proponen que una infraestructura ciclo-inclusiva que además de las ciclovías, debe incorporar otros servicios como el diseño de intersecciones y estacionamientos. Además, presentan como incentivo del uso de la bicicleta los sistemas de bicicletas públicas, pues su implementación ha mejorado la movilidad de ciudades como París, Barcelona, Nueva York entre otras ciudades de Europa y EE. UU. Por su parte, en América Latina y el Caribe, 12 ciudades cuentan con una red de 12.942 bicicletas públicas (Ríos et al. ,2015) lo que facilita el incremento del uso de la bicicleta como medio de transporte. En palabras de Ríos et al. (2015) “Apoyar la intermodalidad, es decir, que las bicicletas estén integradas con el transporte público masivo, mejora el acceso, ayuda a reducir los tiempos de viaje y espera, y crea ciudades con transporte más sostenible” (p.4). Esto quiere decir que ofrecer alternativas de redes de bicicletas públicas es un incentivo útil para promover el ciclismo.

Con ese estudio en mente, se puede concluir que para desarrollar una aplicación móvil más útil y funcional será necesario añadir un código de ruta óptima en la red de ciclorrutas, con el objetivo de generar tiempos de desplazamiento, valide conexiones y que tenga en cuenta datos de origen y destino indicados por el usuario.

La principal similitud con esta guía radica en que tanto EcoBike como Ciclo-inclusión (en América latina y el Caribe) tratan de mostrar al usuario las ventajas que tiene cambiar de medio de

transporte. Este segundo proyecto lo hace desde una guía la cual muestra el avance de las ciclovías en América latina y el Caribe mientras que EcoBike lo realizará mediante un aplicativo móvil en la ciudad San Juan de Pasto, Nariño.

Para terminar, se encontró un proyecto realizado por Sarmiento y Poveda (2017). Este trabajo de grado consiste en la creación de una aplicación móvil, CicloMap, que permite visualizar la red de ciclorrutas que hay en la ciudad de Bogotá, para recorridos dentro del perímetro urbano, y validar alertas en toda la ciudad. CicloMap es una aplicación móvil para sistemas operativos Android y iOS con propiedades de navegación, procesamiento y de almacenamiento de datos. En el desarrollo de la aplicación, el usuario es un único actor y en las funcionalidades principales se especificó el cálculo de la ruta óptima en bicicleta y el ingreso de alertas. Además, se tuvo en cuenta que la aplicación fue diseñada para dispositivos móviles, por lo que todos los elementos necesarios para ejecutarla necesitan estar contenidos en la instalación esto con el objetivo de lograr su pleno funcionamiento, por esta razón todas las capas deben estar almacenadas en una extensión determinada. En este caso se utilizó GeoJson por la facilidad de consulta y la interoperabilidad que tiene con el entorno de desarrollo Ionic.

En este proyecto se concluyó que fue necesario implementar un código de ruta óptima en la red de ciclorrutas como tal, que genere tiempos de desplazamiento, valide conexiones y que tenga en cuenta datos de origen y destino indicados por el usuario. Por otro lado, la información de seguridad registrada en las alertas por cada usuario podría ser usada para el desarrollo de un informe de robo para el personal de policía del cuadrante además de generar conciencia en los usuarios que cotidianamente realizan un mal uso de las ciclorrutas. Por otro lado, para generar alertas es necesario mantener una confiabilidad por parte de los usuarios que interactúan con la aplicación ya que el ingreso de información falsa puede causar deterioro en la actualización de la misma y expectativas erróneas en los lugares del recorrido.

Las principales similitudes radican en que tanto CicloMap como EcoBike son aplicativos móviles que buscan que las personas se motiven a cambiar los medios de transporte motorizados por la bicicleta. Del mismo modo, CicloMap es una aplicación móvil que visualiza rutas al igual que se pretende con EcoBike, pues también integrará el uso del API de Google Maps. Sin embargo,

se diferencian en que CicloMap agrega al usuario la posibilidad de visualizar alertas de seguridad, mientras que EcoBike agrega incentivos que se determinarán en las siguientes secciones de la investigación. Además, CicloMap es un proyecto que se enfoca en la ciudad de Bogotá, mientras que EcoBike lo hace en la ciudad de San Juan de Pasto.

## **1. Elementos Del Proceso**

### **1.1. Título**

EcoBike: aplicativo de motivación para el uso de bicicletas.

### **1.2. Problema De Investigación**

#### ***1.2.1. Descripción del problema***

El parque automotor en Colombia ha venido creciendo exponencialmente en los últimos años. Según la Asociación Nacional de Centros de Diagnóstico Automotor-ASOCDA (2020) al cierre del año 2020 en Colombia circularon aproximadamente 9.403.137 motocicletas, 5.450.247 vehículos particulares y 964.994 vehículos públicos.

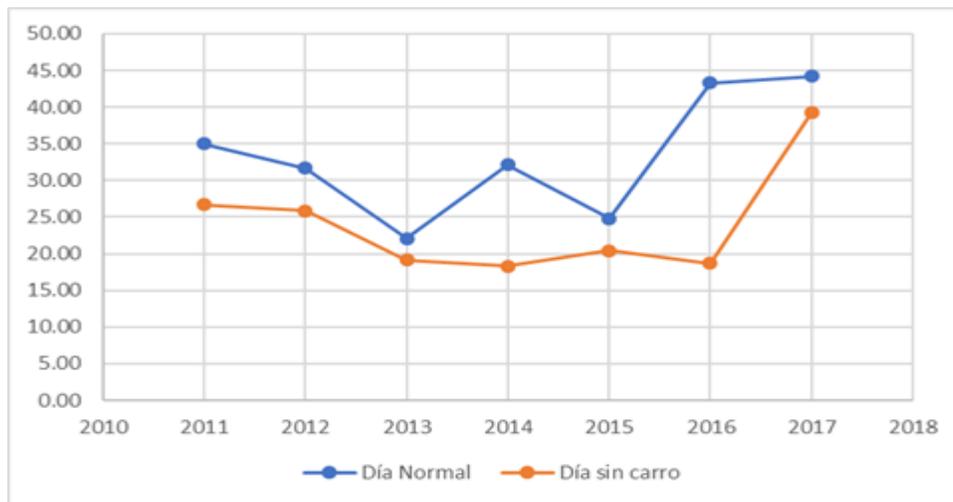
Parafraseando a Juliana Rico, directora de la Cámara de la Industria Automotriz de la ANDI (2015), la participación de los medios de transporte eléctricos es del 1% y su tecnología tiende a ser tres veces más cara que los vehículos convencionales y los ingresos de los colombianos no es suficiente para poder hacer un cambio de un vehículo con combustibles fósiles a uno eléctrico. Por esta razón se sabe que la mayoría de los automóviles que circulan por el país funcionan con combustibles fósiles, este combustible es una de las principales fuentes de contaminación del aire porque produce altas concentraciones de: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Hidrocarburos no quemados (HC), Compuestos de plomo, Anhídrido sulfuroso y Partículas sólidas (AMD, 2021)

A pesar de las iniciativas del gobierno por procurar que los vehículos contaminen en la menor cantidad posible, según la ASOCDA (2020) el 59% de motocicletas, 34% de los vehículos particulares y 6% de los vehículos públicos; evaden la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes, acción que presenta un panorama desalentador en relación con la disminución de la contaminación ambiental producida por el parque automotor.

Según la Alcaldía de Pasto (2020) desde el año 2003, hasta el 2020, el parque automotor de motos registrado en la Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal ha creció en un 731.4 %; y la oferta de la malla vial se encuentra por debajo del 8%, como se evidencia en la Figura 1, situación que agrava el tránsito vehicular en la ciudad.

## Figura 2.

*Calidad del aire entre 2011 y 2017*



Esta situación es preocupante debido a que el incremento de vehículos afecta directamente en la calidad del aire de la ciudad. Según Corponariño (2015) en el mes de enero del 2015, la concentración de partículas contaminantes fue de 24,97 PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mientras que, en enero del 2017, este aumentó a 41,0 PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Corponariño, 2017). Esto quiere decir que hubo un crecimiento de 16,03 PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Estos indicadores que señalan un incremento en la contaminación del aire desempeñan un papel importante ya que, con ellos, se puede llevar un control de la calidad del aire y que no pase de “buena calidad del aire” (verde) a un estado “desfavorable para grupos sensibles” (amarillo) según la escala ICA. Cabe aclarar que, el grupo de personas sensibles está integrado por niños, ancianos y personas con problemas cardiopulmonares (Corponariño, 2018). Estas personas tendrían que limitar los esfuerzos prolongados al aire libre para evitar complicaciones, si la calidad del aire empeora.

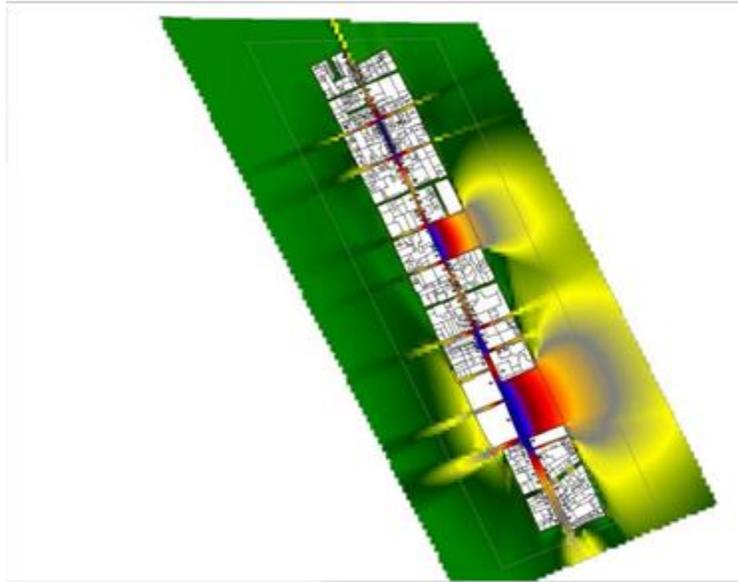
La contaminación del aire no es el único problema que se evidencia debido al alto flujo vehicular, también hay factores de la contaminación auditiva que tienen graves consecuencias en las personas. Según Los Ángeles Times (2018) la contaminación acústica puede ser definida como una “plaga moderna” la cual se ha convertido en una amenaza real para nuestra salud y bienestar. El artículo hace énfasis en que los entornos ruidosos aumentan los niveles de estrés, lo que en niveles altos suprime la inmunidad, incrementa el riesgo de enfermedad cardíaca y diabetes. Es decir, la contaminación acústica causa afecciones psicológicas y físicas, desmejorando la calidad de vida de las personas.

Según Corponariño (2018) el comportamiento que el ruido ejerce en la ciudad de Pasto en general está por encima de los niveles de presión sonora, sobre todo en las zonas céntricas de la ciudad o en zonas que son cercanas a las vías principales. La zona céntrica de la ciudad de Pasto es la más expuesta al ruido ambiental, debido a que es una zona donde se ubican diversas entidades gubernamentales, bancarias, parques los cuales permanecen con constante flujo peatonal y además tiene vías muy transitadas, angostas y en su mayoría con un elevado tráfico vehicular. Esto incide en que los niveles de presión sonora estén por encima de los 75 decibelios (Corponariño, 2018).

En las siguientes imágenes se evidencia la diferencia de contaminación auditiva en un día sin carro y moto frente a uno normal en la ciudad de Pasto. En la figura 2. se observa un nivel de presión sonora significativo en el día sin carro, el cual se atribuye en gran parte al flujo vehicular. Es válido resaltar que el ruido sobre la zona que fue estudiada no es solo se atribuye al parque automovilístico sino también a la actividad peatonal que se desarrolla en el sector, factor que incide indudablemente en la valoración de sonometría a pesar de ser un día sin tránsito vehicular. De la misma manera en la figura 3. se valora la afectación directa del ruido sobre el mismo eje vial, en esta figura se puede observar que el ruido tiende a dispersarse en una menor manera y por esa razón se concentra en una única área aumentando los decibeles que se presentan en la misma.

**Figura 3.**

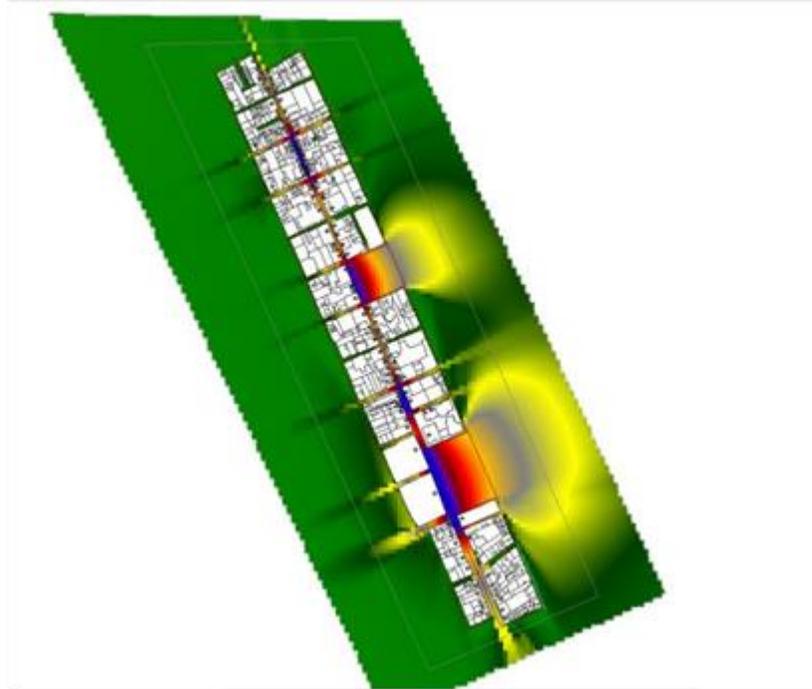
*Mapa de Ruido – Día sin carro y sin moto 2018*



*Nota.* Fuente: Informe día sin carro y moto por CORPONARIÑO-2018.

**Figura 4.**

*Mapa de Ruido – Día Normal 2018*



*Nota.* Fuente: Informe día sin carro y moto por CORPONARIÑO-2018.

Al aumentar los decibeles puede aumentar el nivel de estrés o de irritabilidad de una manera significativa con sonidos de 80-90dB, lo cual también contribuye de manera negativa en las actividades mentales tal como la concentración a la hora de realizar las actividades diarias. Existen más efectos negativos que debemos poner encima de la mesa a la hora de hablar del ruido y su repercusión en la salud, por esa razón a continuación se presenta una gráfica sacada de un estudio del diario El Mundo (2016) el cual nos muestra algunas de estas repercusiones.

**Figura 5.**

*Efectos sobre la salud*



*Nota.* Diario El Mundo-2016.

Como se observa en la figura 4. Desde los 55dB se pasa de un estado de molestia a deterioro auditivo. Esto indica que los niveles de ruido en la ciudad de San Juan de Pasto son perjudiciales para los habitantes, ya que como se analizó anteriormente, en la ciudad, el nivel de ruido en las zonas céntricas sobrepasa los 75 decibelios, esto quiere decir que desde hace varios años se han tenido efectos negativos en la audición de las personas, y demás molestias derivadas por la contaminación auditiva mencionadas anteriormente.

Si esto continua, se prevé que no solo en las zonas céntricas de la ciudad el nivel de los decibeles sobrepase el límite, sino que también podría suceder en las zonas de la periferia, y de esta manera toda la ciudad se encuentre con un nivel de ruido superior al recomendado.

### **1.2.2. Formulación del problema**

¿Cómo contribuir con la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de San Juan de Pasto desde una perspectiva tecnológica?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Contribuir a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad San Juan de Pasto mediante la construcción de una aplicación móvil que motive a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Identificar iniciativas que motiven a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte mediante un mapeo sistemático.

Construir una aplicación móvil que motive a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte.

Evaluar el aporte hecho por la aplicación en el uso de la bicicleta como medio de transporte.

## **1.4. Justificación**

Existen una variedad de proyectos que están cumpliendo con la función de fomentar el uso de las bicicletas como medio de transporte. No obstante, la investigación realizada por Corponariño (2018) deja en evidencia que aún no causan el efecto que se espera de ellos, al menos en la ciudad de Pasto, donde los niveles de ruido son altos. El trabajo que se presenta a continuación, parte de los resultados que indican el riesgo que implica continuar con el mismo proceso de contaminación tanto auditiva como atmosférica producida por el parque automotriz. Si esto sigue así, la ciudad

tendrá un cambio en la calidad del aire, pasando de estado verde a estado amarillo según el Corponariño (2018); por esta razón se planteó *EcoBike* como proyecto de desarrollo, para tratar de disminuir la rapidez con la que está afectando la contaminación, motivando a las personas a hacer uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo.

Este proyecto de desarrollo tecnológico es interesante porque se realizará un estudio mediante un mapeo sistemático el cual sirve como apoyo para identificar iniciativas que están motivando a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte. Otro punto que hace que este proyecto sea cautivador es el hecho de que se realizará la construcción de un aplicativo móvil que motive a las personas a hacer uso de las bicicletas a través de un aplicativo móvil que establecerá alianzas estratégicas con empresas de la región. Llegados a este punto lo que se espera es evaluar el aporte hecho por *EcoBike*. No se puede omitir la evaluación de este aporte, ya que de esta manera se sabrá el impacto que tuvo en la ciudad de Pasto y se obtendrán las respectivas conclusiones. De esta manera se podrá determinar el rumbo que tomará *EcoBike*, rumbo que se espera sea expandirse a nivel nacional.

Por otro lado, este proyecto es útil porque no únicamente va a beneficiar a las personas que practiquen ciclismo con cierta frecuencia, si no que está enfocado en motivar a cualquier persona que cuente con una bicicleta, independientemente de la frecuencia con la que el individuo salga a transportarse en la misma. Además, el aplicativo contará con un sistema de reconocimiento a los usuarios con mayor puntuación por distancia recorrida, actualizado en tiempo real, lo que generará una competitividad sana en los usuarios de la aplicación y hará que tengan una motivación mayor para comenzar a utilizar la bicicleta como medio de transporte. Otro punto que se considera fundamental en la realización del proyecto es que va a beneficiar a todos los ciudadanos en la ciudad de Pasto ya que, al disminuir el uso diario de los medios de transporte que usen combustibles fósiles, se pretende que haya una disminución en la contaminación del aire. Si esto se cumple, ayudará a frenar la velocidad con la cual se está elevando la contaminación y de esta manera se espera evitar el cambio estado aceptable a desfavorable para grupos sensibles en la calidad del aire de la ciudad.

Finalmente, la novedad de este proyecto radica en que se pretende realizar convenios con empresas en la San Juan de Pasto, las cuales aportarán descuentos, bonos o productos como recompensa a la constancia de los usuarios de EcoBike. Esto es algo innovador ya que hasta la fecha no se conoce otro aplicativo que cumpla la misma función en la ciudad.

## **1.5. Método De Desarrollo**

Los lineamientos definidos en la Tabla 1, permitirán desarrollar y documentar el segundo objetivo específico. Además, permiten definir el camino para el desarrollo del producto tecnológico y se seleccionaron mediante un diálogo reflexivo entre los integrantes del grupo y el director del proyecto de grado.

**Tabla 1.**

*Lineamientos del método para la gestión del producto*

<b>Método:</b>	<b>Scrum</b>
Etapa(s):	Sprint planning, Sprint, Daily Scrum, Sprint review y Sprint retrospective
Artefacto(s):	Product backlog, Sprint backlog, Increment
Role(s):	Product owner, Scrum Master, Developers
Métrica(s):	Velocidad, Valor agregado, Porcentaje de trabajo aceptado

**El método** corresponde con el modelo de proceso para la gestión del proceso de software.

**La(s) etapa(s)** corresponde al/los eventos(s) que propone el método se deben realizar para producir el software.

**Un artefacto** es un producto tangible que resulta del desarrollo de las actividades del proceso de software.

**Un rol** es el papel que desempeña un integrante del grupo durante el desarrollo del producto software.

**Una métrica** es una forma de recopilar y analizar datos para producir información objetiva del proyecto, con el fin de realizar ajustes al comportamiento de este.

## 1.6. Línea Y Áreas Temáticas

Línea: Ingeniería, Informática y computación.

Áreas Temáticas: Innovación, modelamiento y desarrollo de software.

## 1.7. Presupuesto

**Tabla 2.**

*Presupuesto global del proyecto*

<b>RUBROS</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
INVERSIÓN EN PERSONAL	<b>\$ 8,782,982</b>
OTROS RUBROS	<b>\$ 4.200.000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12,982,982</b>

**Tabla 3.**

*Descripción de la Inversión en personal*

<b>NOMBRE INVESTIGADOR</b>	<b>Vr. Hora Investigador</b>	<b>DEDICACIÓN</b>	
		<b>Número total de horas</b>	<b>VALOR</b>
Donato Nicolas Ayala Osorio	8.333	310	2,583,230
Juan Felipe Benavides Patichoy	8.333	310	2,583,230
Mario Andrés Pinchao Rosero	8.333	310	2,583,230
Giovanni Hernández Pantoja	16.666	62	1,033,292

NOMBRE INVESTIGADOR	Vr. Hora Investigador	DEDICACIÓN	VALOR
		Número total de horas	
		<b>TOTAL</b>	<b>8,782,982</b>
Vr horas investigador Docente	4 SMLV/8		\$16.666
Vr horas investigador Estudiante	2 SMLV/8		\$8.333

**Tabla 4.**

*Otros rubros*

RUBRO	JUSTIFICACIÓN	VALOR TOTAL
Equipos	<b>4 computadoras para trabajar el equipo de desarrollo a un valor de alquiler de \$ 100.000 mensual</b>	<b>\$3.200.000</b>
Materiales		
Software		
Bibliográfica		
Eventos académicos	<b>Participación en dos eventos académicos</b>	<b>\$ 1.000.000</b>
Publicaciones		
Salidas de campo		
Viajes		
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 4.200.000</b>

*Nota.* En otros rubros se debe dejar solo lo que se va a necesitar para el trabajo investigativo.

Los rubros financiables son:

**Recursos humanos:** personal con formación científica que cuente con titulación profesional a nivel de maestría o doctorado que estará a cargo de algunas actividades investigativas propias de la ejecución del proyecto.

**Personal de apoyo:** personal requerido en forma temporal para la realización de una actividad o labor específica, diferente a las designadas a los recursos humanos.

**Equipos:** aquellos necesarios para el desarrollo del proyecto. La financiación para compra de equipos nuevos deberá estar sustentada en la estricta necesidad de los mismos para el desarrollo oportuno del proyecto.

**Materiales:** adquisición de insumos, bienes fungibles y demás elementos necesarios para el desarrollo de algunas actividades previstas.

**Software:** adquisición de licencias únicamente de software especializado para el desarrollo del proyecto de investigación.

**Bibliografía:** adquisición de libros, revistas, artículos, suscripciones o acceso a bases de datos especializadas, que sean estrictamente necesarias para una ejecución exitosa del proyecto.

**Eventos académicos:** gastos ocasionados por la organización y divulgación de eventos que permitan la divulgación, difusión y visibilidad de los resultados y productos del proyecto de investigación

**Publicaciones:** costos de publicación de artículos científicos en revistas indexadas con un alto factor de impacto. Costos asociados a la publicación de libros, manuales, videos, cartillas, posters, etc. que presenten los resultados del proyecto y sirvan como estrategia de divulgación o apropiación social de los resultados de la investigación.

**Salidas de campo:** costos asociados al levantamiento de información en campo, desde fuentes primarias o secundarias, para la consecución de los objetivos del proyecto.

**Viajes:** se refiere a los gastos de transporte (terrestres y aéreos nacionales) y viáticos relacionados con las actividades propuestas en el componente científico- técnico del proyecto (capacitaciones, estancias cortas en instituciones académicas nacionales, presentación de ponencias en eventos especializados, etc.) y que son estrictamente necesarios para la ejecución exitosa del proyecto y la generación de productos y resultados. No Serán financiados viajes al exterior.

## 1.8. Cronograma

A continuación, se presenta el cronograma con las actividades a desarrollar por cada objetivo específico (Ver Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Cronograma de actividades*

Actividades	Tiempo (Semanas)																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Objetivo específico 1																																
Definir preguntas de indagación	X																															
Realizar procesos de búsqueda		X	X	X																												
Desarrollar proceso de selección				X	X																											
Evaluar la calidad de las iniciativas						X																										
Extraer los datos							X	X																								
Sintetizar los resultados									X																							
Objetivo específico 2																																

*Aplicativo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de Pasto*

Actividades	Tiempo (Semanas)																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Identificar las necesidades de los usuarios y stakeholders									X																								
Priorizar las necesidades.										X																							
Realizar el sprint planning meeting No.1										X																							
Desarrollar el sprint No.1										X	X																						
Efectuar el sprint review											X																						
Realizar el sprint planning meeting No.2												X																					
Desarrollar el sprint No.2											X	X																					
Efectuar el sprint review y retrospective													X																				
Realizar el sprint planning meeting No.3														X																			
Desarrollar el sprint No.3														X	X																		
Efectuar el sprint review															X																		
Realizar el sprint planning meeting No.4																X																	
Desarrollar el sprint No.4																X	X																

*Aplicativo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de Pasto*

Actividades	Tiempo (Semanas)																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Efectuar el sprint review y retrospectiva																	X															
Realizar el sprint planning meeting No.5																		X														
Desarrollar el sprint No.5																	X	X														
Efectuar el sprint review																			X													
Realizar el sprint planning meeting No.6																					X											
Desarrollar el sprint No.6																				X	X											
Efectuar el sprint review y retrospectiva																					X											
<b>Objetivo específico 3</b>																																
Diseñar encuesta																						X										
Validar encuesta																							X									
Realizar prueba piloto																								X								
Aplicar encuesta																								X	X	X	X					
Analizar datos encuesta																													X	X		
Sintetizar datos encuesta																															X	

## **1.9. Productos Esperados**

Los productos a obtener con la investigación son, primero, un documento de informe final, donde se registre todo el proceso de exploración, desarrollo y evaluación del proyecto. También, se dejará registro en un informe técnico de la metodología aplicada para el desarrollo de EcoBike. Sobre esto, también se incluirá el acceso al código fuente completo de manera gratuita disponible en un repositorio de GitHub. Finalmente, se anexará los certificados de participación del proyecto EcoBike en diferentes eventos de instituciones de educación superior a nivel regional y nacional.

## **1.10. Condiciones De Entrega**

La entrega de los productos anteriores se planea realizar de manera virtual, por correo electrónico adjuntando archivos comprimidos, y también en un CD rotulado que será entregado de manera presencial.

## 2. Resultados

### 2.1. Objetivo 1: Iniciativas para el uso de la bicicleta como medio de transporte

Para identificar iniciativas que motiven a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte, se utilizó como técnica el protocolo para el mapeo sistemático de literatura descrito por Petersen et al. (2008), el cual consta de las fases que se muestran en la Figura 5.

#### 2.1.1. Preguntas de investigación

##### Figura 6.

*Proceso de mapeo sistemático de literatura*



Las preguntas de investigación formuladas se basan en la pregunta principal: ¿Cuáles son las iniciativas que motivan a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte?

A partir de la pregunta principal se derivaron las preguntas secundarias que permitieron analizar y categorizar los estudios primarios:

**RQ1.** ¿Qué iniciativas existen para motivar a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte?

**RQ2.** ¿Cómo se clasifican las iniciativas encontradas?

**RQ3.** ¿Qué iniciativas utilizan aplicaciones para dispositivos móviles?

### 2.1.2. *Proceso de búsqueda*

Dentro del marco del protocolo para la búsqueda de estudios primarios, se llevó a cabo la identificación de las fuentes de información y se estableció una cadena de búsqueda en consonancia con la pregunta de investigación principal. Para obtener una perspectiva completa y sólida, se hicieron uso de las siguientes destacadas bases de datos como fuentes primordiales: ACM Digital Library, IEEE Xplore y Springer.

La cadena general creada para establecer los criterios de búsqueda se configura a partir de los datos mostrados en la Tabla 6.

**Tabla 6.**

*Cadena de búsqueda*

<b>Concepto</b>	<b>Palabras relacionadas</b>
Initiative	OR "Way movility" OR "Urban movility" OR "Road movility" OR "Bike movility"
Bike use	"Bike-sharing" OR "Bike Technology"

Tabla 7, se detalla los parámetros y el operador a usar para filtrar las iniciativas.

**Tabla 7.**

*Parámetros de búsqueda*

<b>Operador</b>	<b>Parámetros</b>
	"Initiative" OR "Urban mobility" OR "Road Mobility" OR "Way Mobility" OR "Bike Mobility"
AND	"Bike use" OR "Bike-sharing" OR "Bike Technology"

La cadena de búsqueda fue elaborada construyendo expresiones que utilizan los operadores booleanos OR y AND. El operador OR se utilizó para incorporar sinónimos del concepto de

búsqueda, mientras que el operador AND permite agregar las palabras relacionadas en la cadena de búsqueda.

Para la ejecución de las búsquedas se examinó: título, resumen y palabras clave, dentro de los resultados obtenidos a través del uso de los motores de búsqueda de cada fuente de datos seleccionada.

### **2.1.3. Proceso de selección**

Después de realizar el proceso de búsqueda, se procedió a seleccionar los estudios relevantes, es decir, aquellos artículos que permiten dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas. Para determinar la relevancia de los estudios, se establecieron unos criterios de inclusión y exclusión, como se puede observar en la Tabla 8.

**Tabla 8.**

*Criterios de selección de estudios*

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
1. Artículos se relacionan con iniciativas que motivan a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte	1. Artículos que no se relacionen con iniciativas que motivan a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte.
2. Artículos publicados en una ventana de observación entre 2016 y 2023	2. Reportes técnicos.
3. Artículos escritos en inglés.	3. Estudios duplicados.
4. Artículos, resultado de estudios primarios.	4. Artículos escritos en un idioma diferente a las ingles

En la Tabla 9 se muestran la descripción de cada filtro y la aplicación de un criterio de exclusión o inclusión.

**Tabla 9.**

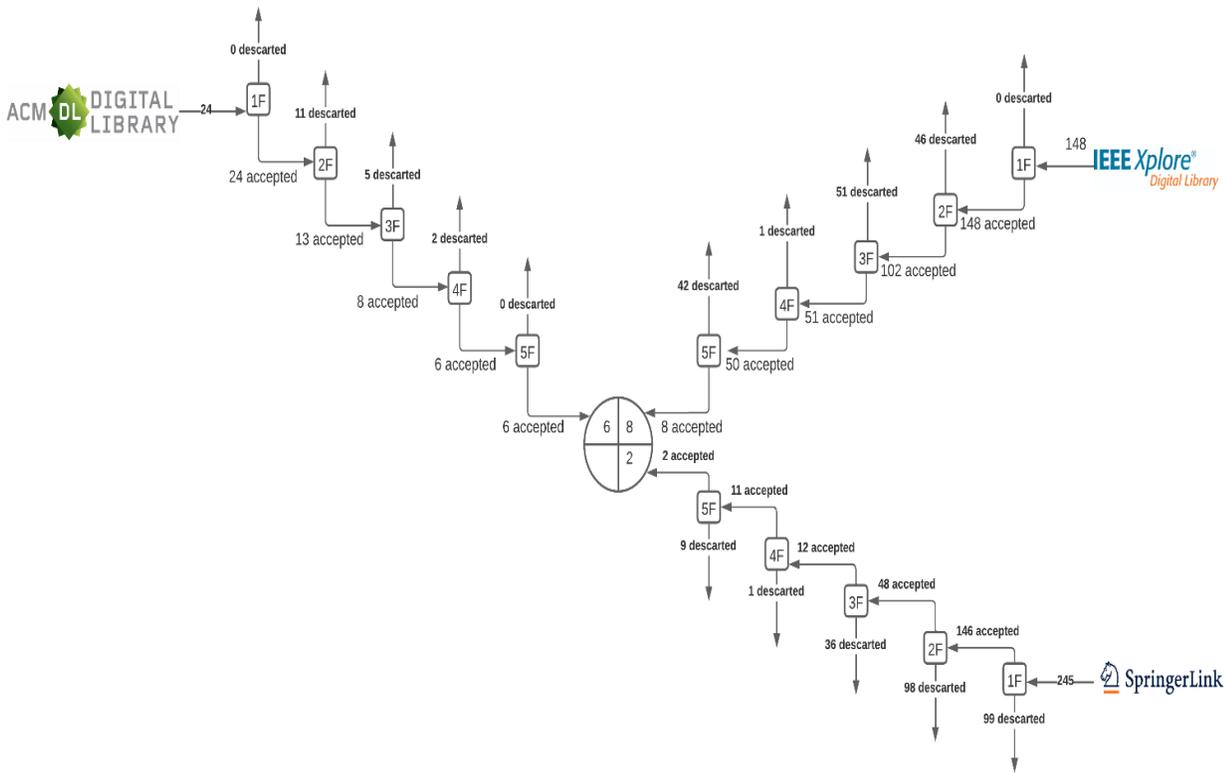
*Estrategia de selección*

<b>Código de Filtro (F)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Criterio aplicado</b>	
		<b>Inclusión</b>	<b>Exclusión</b>
1F	Buscar los artículos aplicando la cadena de búsqueda en los motores de las fuentes seleccionadas.	3	
2F	Leer el título, palabras clave y resumen del artículo aplicando los criterios de inclusión y exclusión.	1 y 2	1 y 2
3F	Leer los resultados y conclusiones del artículo aplicando los criterios de inclusión y exclusión.	1 y 4	1 y 2
4F	Eliminar los estudios duplicados.		3
5F	Leer el artículo completo y aplicar los criterios de inclusión y exclusión.	1 y 4	1 y 2

La Figura 6 muestra el proceso de selección para cada base de datos pasando por los 5 filtros y detallando que artículos fueron aprobados o eliminados.

**Figura 7.**

*Resultados de la revisión sistemática*



#### 2.1.4. Proceso de evaluación de la calidad

Posterior al proceso de selección, se realiza una nueva tarea para asegurar la calidad de los artículos encontrados, que corresponde a inspeccionar un conjunto de criterios que se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Criterios de evaluación de la calidad*

<b>Criterio</b>	<b>Criterio</b>	<b>Categoría</b>
C1	Los objetivos y preguntas de investigación se describen de forma explícita, son claros y relevantes.	Calidad del reporte
C2	La investigación presenta un diseño metodológico que le permite alcanzar los objetivos.	Rigor
C3	El procedimiento de recopilación de datos es coherente con el diseño metodológico.	Rigor
C4	Los resultados presentados son claros y coherentes con el diseño metodológico propuesto.	Credibilidad
C5	El estudio es valorado por otros investigadores.	Relevancia

Para evaluar la calidad de los artículos se estableció una escala para inspeccionar el nivel de cumplimiento de los criterios, de la siguiente manera: Alto (2 puntos), Medio (1 punto) y Bajo (0 puntos). Los artículos que cumplieron con valoración igual o superior al 60% (Ver Tabla 10), del total de los puntos posibles, son lo que finalmente se eligieron.

Al finalizar el proceso de evaluación de la calidad, se incluyeron 14 artículos. En la Tabla 11, se presentan los estudios seleccionados.

**Tabla 11.**

*Criterios de evaluación de la calidad*

<b>Artículo</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>Total</b>	<b>%FO</b>
Canarin II: Designing a smart e-bike eco-system	2	2	2	2	2	10	100%
IoT-Based Shared Community Transportation System Using e-Bikes	1	2	2	2	1	8	80%
Autonomous Bicycles: A New Approach to Bicycle-Sharing Systems	1	2	2	2	2	9	90%
Cyclist Performance Assessment based on WSN and Cloud Technologies	2	2	2	2	1	9	90%
Alternative mobility system using IoT and smart cities approaches through the use of the bike for a sector of the city of Bogota within a simulated environment	1	2	2	2	1	8	80%
Bike Sharing Demand Prediction based on Knowledge Sharing across Modes: A Graph-based Deep Learning Approach	2	1	2	1	2	8	80%
Detecting the Demand Changes of Bike Sharing: A Bayesian Hierarchical Approach	2	2	2	2	2	10	100%
Transfer Learning Approach to Bicycle-Sharing Systems' Station Location Planning Using OpenStreetMap Data	1	2	2	2	0	7	70%
Persuasive Technologies for Sustainable Smart Cities: The Case of Urban Mobility	2	1	1	2	2	8	80%
Staging Blockchain Technology in The Customer's Journey Through Service Design: A Bike-Sharing Case Study to Improve Quality and Trust Perception	2	2	1	0	1	6	60%
Lessons Learnt from the Analysis of a Bike Sharing System	2	2	2	2	1	9	90%
A Process Mining Approach for Resource Allocation Management in a Bike Sharing System	1	0	1	0	1	3	30%

Artículo	C1	C2	C3	C4	C5	Total	%FO
Mean-Field Analysis for Bike Sharing and E-Bike Systems	1	0	1	2	1	5	50%
Dockless bike-sharing systems with unusable bikes: removing repair and redistribution under batch policies	1	2	2	1	1	7	70%
Smart Solution of Traffic Congestion through Bike Sharing System in a Small City	2	2	1	0	1	6	60%

En la Tabla 12, se presentan los estudios que superaron las fases anteriores y con los cuales se procede a realizar la extracción de datos

**Tabla 12.**

*Estudios seleccionados*

Id	Estudio	Fuente
S1	Canarin II: Designing a smart e-bike eco-system	IEEE (Digital Library)
S2	IoT-Based Shared Community Transportation System Using e-Bikes	IEEE (Digital Library)
S3	Autonomous Bicycles: A New Approach to Bicycle-Sharing Systems	IEEE (Digital Library)
S4	Cyclist Performance Assessment based on WSN and Cloud Technologies	IEEE (Digital Library)
S5	Alternative mobility system using IoT and smart cities approaches through the use of the bike for a sector of the city of Bogota within a simulated environment	IEEE (Digital Library)
S6	Transfer Learning Approach to Bicycle-Sharing Systems' Station Location Planning Using OpenStreetMap Data	ACM (Digital Library)

<b>Id</b>	<b>Estudio</b>	<b>Fuente</b>
S7	Persuasive Technologies for Sustainable Smart Cities: The Case of Urban Mobility	ACM
S8	Staging Blockchain Technology in The Customer's Journey Through Service Design: A Bike-Sharing Case Study to Improve Quality and Trust Perception	ACM
S9	Lessons Learnt from the Analysis of a Bike Sharing System	ACM
S10	Smart Solution of Traffic Congestion through Bike Sharing System in a Small City	SPRENGER
S11	Dockless bike-sharing systems with unusable bikes: removing repair and redistribution under batch policies	SPRINGER
S12	Bike Sharing Demand Prediction based on Knowledge Sharing across Modes: A Graph-based Deep Learning Approach	IEEE (Digital Library)
S13	Detecting the Demand Changes of Bike Sharing: A Bayesian Hierarchical Approach	IEEE (Digital Library)
S14	Short-Term Forecast of Bicycle Usage in Bike Sharing Systems: A Spatial-Temporal Memory Network	IEEE (Digital Library)

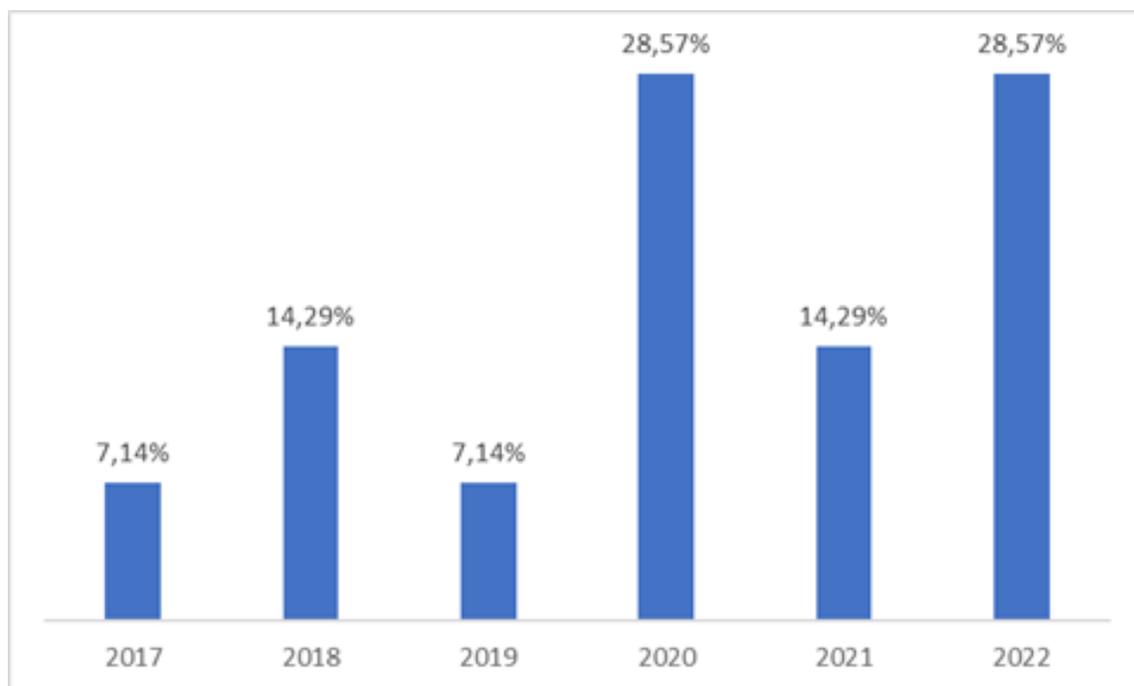
Para visualizar el proceso completo de selección usando la base de datos Springer consulte el Anexo 1 donde se detalla paso a paso cada filtro, para visualizar la selección de la base de datos IEEE Xplore consulte el Anexo 2 y finalmente para la librería de búsqueda ACM Digital Library consulte el Anexo 3.

### 2.1.5. Extracción de datos

De acuerdo con los resultados del proceso de selección y evaluación de la calidad un 71.43% de los artículos fueron publicados entre los años 2020 y 2022 (Ver figura 7). Además, se encontró publicado al menos un artículo por año para el periodo comprendido entre 2017 y 2022.

**Figura 8.**

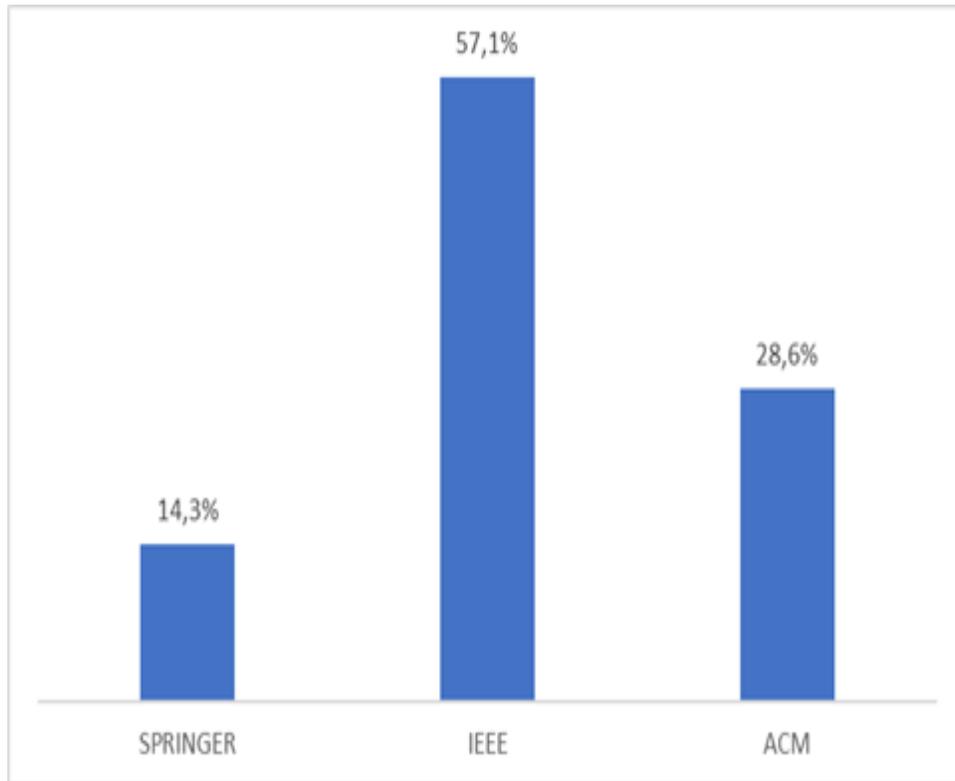
*Publicación de artículos por año*



Como se observa en la Figura 8, un 57.1% de los artículos fueron encontrados en el repositorio IEEE Xplorer Digital Library siendo así el buscador digital con más aportes para el mapeo sistemático realizado.

**Figura 9.**

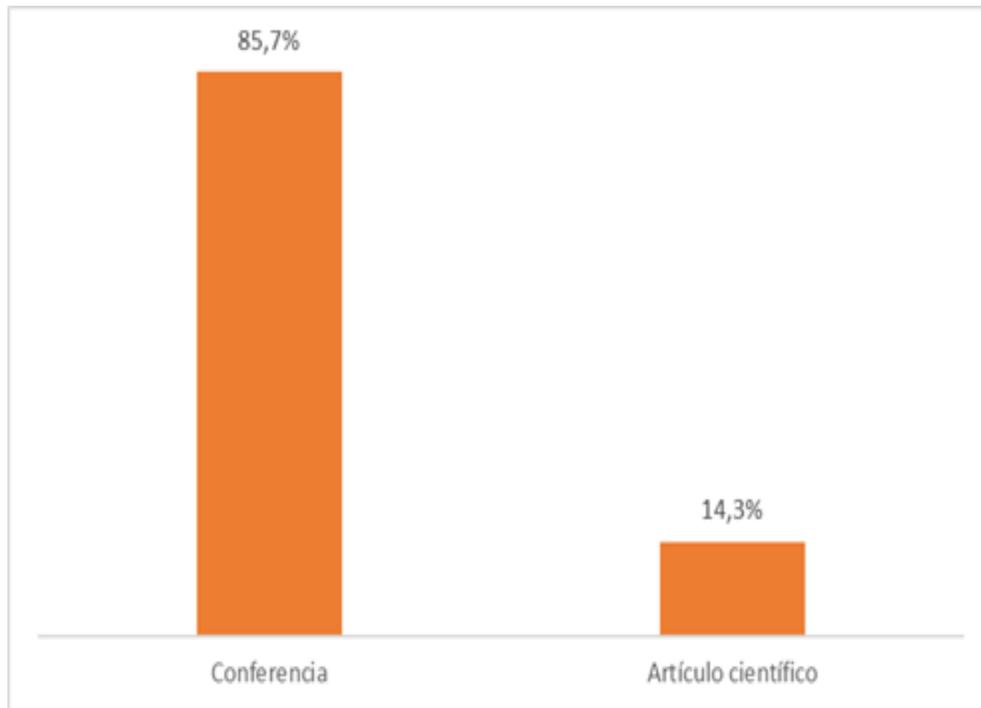
*Publicaciones por repositorios*



En la Figura 9, se puede observar que el 85.7 % de artículos fueron presentados en conferencias con pares evaluadores, mientras que únicamente el 14.3% fueron publicados en revistas científicas.

**Figura 10.**

*Tipos de publicaciones*



Estrategias para incentivar el uso de la bicicleta como alternativa de transporte (RQ1). Durante el proceso de extracción de datos se lograron identificar de manera concluyente 14 valiosas iniciativas destinadas a impulsar y respaldar el empleo de la bicicleta como medio de desplazamiento. En la Tabla 13, se presenta un esbozo conciso de estas estrategias innovadoras.

**Tabla 13.**

*Iniciativas encontradas*

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
S1	<i>Canarin II: Designing a Smart e-bike eco-system</i>	Ecosistema de bicicletas inteligentes con un propósito	Diseño y desarrollo de un ecosistema de bicicletas inteligentes que puedan recopilar datos sobre la calidad del aire y otros factores ambientales mientras se mueven por la ciudad. La idea es involucrar a una amplia gama de usuarios en la recolección de datos, transformando las bicicletas en sensores móviles y fomentando la participación ciudadana en la creación de un entorno urbano más inteligente y sostenible.	- Mejorar la movilidad en la ciudad  - Mejorar la calidad de vida de los ciudadanos reduciendo la contaminación en el aire
S2	<i>IoT-Based Shared Community Transportation System Using e-Bikes</i>	Sistema de transporte compartido, basado en IoT utilizando	Marco de trabajo para habilitar el uso de bicicletas eléctricas en un espacio específico, como un campus universitario o una	- Proporcionar un marco de trabajo para habilitar el uso de bicicletas eléctricas en un espacio específico.

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
		bicicletas eléctricas	comunidad residencial. El marco de trabajo se basa en una arquitectura de capas y utiliza la red de área amplia de baja potencia (LoRaWan) para la comunicación de datos de las bicicletas eléctricas.	- Localizar las bicicletas eléctricas y generar reglas específicas sobre su uso - Proporcionar una solución de movilidad sostenible y eficiente para los usuarios en un espacio específico
S3	<i>Autonomous Bicycles: A New Approach to Bicycle-Sharing Systems</i>	Beneficios de un prototipo de bicicleta autónoma	Prototipo de bicicleta autónoma diseñado para abordar los desafíos actuales de los sistemas de bicicletas compartidas en entornos urbanos. La bicicleta autónoma se puede operar en modo autónomo y también se puede utilizar como una bicicleta regular. El documento discute los posibles beneficios de un sistema de bicicletas autónomas compartidas para los operadores y los usuarios. Para los	- Comparar los costos y la eficiencia de los sistemas de bicicletas compartidas basados en estaciones, sin estaciones y autónomos. - Proporcionar una alternativa más sostenible y eficiente en términos de costo y tiempo de viaje en comparación con los modos de transporte tradicionales

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
			operadores, el sistema podría resolver el problema de reequilibrar la flota y eliminar la necesidad de estaciones de acoplamiento.	
S4	<i>Cyclist Performance Assessment based on WSN and Cloud Technologies</i>	Sistema de monitoreo de actividad para ciclistas	Evaluación del rendimiento y la retroalimentación para el ciclista y el entrenador que una red de sensores inalámbricos para recopilar datos sobre la actividad del ciclista. También se menciona el uso de una base de datos en tiempo real para almacenar la información recopilada y una aplicación móvil para que los entrenadores y ciclistas puedan acceder a los resultados de entrenamiento y monitoreo.	<p>- Mejorar el rendimiento del ciclista proporcionando información detallada sobre su actividad física</p> <p>- Permitir que los entrenadores monitoreen y evalúen el rendimiento del ciclista y adapten las sesiones de entrenamiento en consecuencia</p> <p>- Mejorar el rendimiento de los ciclistas mediante el uso de tecnología de IoT</p>

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
S5	<i>Alternative mobility system using IoT and smart-cities approaches through the use of the bike for a sector of the city of Bogota within a simulated environment</i>	Solución de ITS (Sistemas de Transporte Inteligente) que permita la gestión y ubicación de bicicletas	Gestión y ubicación de bicicletas utilizando enfoques de IoT (Internet de las cosas) en un entorno simulado se detalla los componentes del sistema y presenta un escenario de prueba para su desarrollo y arquitectura.	<p>- Implementar una solución de ITS</p> <hr/> <p>- Proporcionar toda la información a los usuarios, como apoyo a la creación de una alternativa de transporte urbano sostenible en la ciudad de Bogotá</p> <hr/> <p>- Desarrollar una plataforma tecnológica que permita la simulación y evaluación de la gestión del sistema de bicicletas</p> <hr/> <p>- Contribuir a la reducción del tráfico,</p>
S6	<i>Transfer Learning Approach to Bicycle-Sharing Systems' Station Location Planning Using</i>	Ubicación de estaciones de bicicletas compartidas de manera más eficiente y económica	Métodos de aprendizaje automático y datos públicos de <i>OpenStreetMap</i> para abordar el problema del diseño de la ubicación de estaciones de	- Proporcionar a las oficinas de planificación urbana una herramienta basada en datos para apoyar su toma de decisiones

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
	<i>OpenStreetMap Data</i>		bicicletas compartidas de manera más eficiente y económica	- Planificar la ubicación de las estaciones de bicicletas compartidas en una ciudad
S7	<i>Persuasive Technologies for Sustainable Smart Cities: The Case of Urban Mobility</i>	Diseño persuasivo para fomentar comportamientos más sostenibles en el ámbito de la movilidad urbana.	Estrategias para intensificar comportamientos verdes actuales, dirigir las intervenciones persuasivas hacia modos de transporte respetuosos con el medio ambiente principalmente para viajes de ocio en lugar de viajes de trabajo, y personalizar las intervenciones persuasivas para adaptarse a las necesidades individuales de los usuarios.	- Evaluar el impacto de las intervenciones persuasivas en el comportamiento de los usuarios y su conciencia ambiental. - Dirigir las intervenciones persuasivas hacia modos de transporte como la bicicleta - Ajustar la intensidad de las intervenciones persuasivas para adaptarse a las necesidades individuales de los usuarios y aumentar la efectividad de las intervenciones

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
S8	<i>Staging Blockchain Technology in The Customer's Journey Through Service Design: A Bike-Sharing Case Study to Improve Quality and Trust Perception</i>	Creación de un mapa de viaje del cliente, la identificación de puntos críticos y la realización de simulaciones en tiempo real	Metodología de diseño de servicios para desarrollar un modelo de negocio para la economía compartida que integra la tecnología <i>blockchain</i> en el sector de bicicletas compartidas.	<p>- Explorar cómo la tecnología blockchain puede ser integrada en el sector de bicicletas compartidas para mejorar la calidad y la percepción de confianza</p> <hr/> <p>- Desarrollar un modelo abstracto de servicio de bicicletas compartidas que involucre tecnología blockchain sin intermediarios ni proveedores de servicios</p> <hr/> <p>- Mejorar la calidad y la eficiencia del servicio de bicicletas para motivar a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte</p>
S9	<i>Lessons Learnt from the Analysis of a</i>	Planificación de la infraestructura de bicicletas	Estudio de áreas donde se necesitan estaciones de bicicletas	- Aumentar la cobertura y accesibilidad del

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
	<i>Bike Sharing System</i>	compartidas para garantizar una mayor cobertura y accesibilidad	compartidas para motivar a las personas al uso de la bicicleta y la determinación de la cantidad de bicicletas necesarias en cada estación	<p>sistema de bicicletas compartidas.</p> <hr/> <p>- Mejorar la equidad en el acceso al transporte al proporcionar una opción de transporte asequible y accesible para todos los usuarios.</p> <hr/> <p>- Fomentar un estilo de vida más activo y saludable al promover el uso de bicicletas compartidas como una forma de ejercicio y transporte.</p> <hr/> <p>- Reducir la contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero al fomentar el uso de bicicletas compartidas</p>

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
S10	<i>Smart Solution of Traffic Congestion through Bike Sharing System in a Small City</i>	Oportunidades y limitaciones del concepto de bicicletas compartidas en la ciudad	Investigación de marketing realizada en la ciudad de Nitra para evaluar el uso del sistema de bicicletas compartidas de Arriva y proponer una estrategia para mejorar el sistema y motivar a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte	<p>- Evaluar el uso del sistema de bicicletas compartidas de Arriva en la ciudad de Nitra.</p> <p>- Identificar las oportunidades y limitaciones del concepto de bicicletas compartidas en la ciudad.</p> <p>- Proponer una estrategia para mejorar el sistema de bicicletas compartidas en la ciudad</p> <p>- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad y reducir los problemas de tráfico y contaminación</p>
S11	<i>Dockless bike-sharing systems with unusable bikes: removing</i>	Reutilización de bicicletas inutilizables, promoviendo una	Sistema de bicicletas compartidas sin muelle a gran escala (DBSS)	<p>- Fomentar la movilidad sostenible: La iniciativa busca promover una cultura</p>

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
	<i>repair and redistribution under batch policies</i>	cultura de movilidad sostenible y amigable con el medio ambiente	que permite la remoción, reparación, redistribución y reutilización de bicicletas inutilizables	de movilidad sostenible y amigable con el medio ambiente - Optimizar el uso de recursos al permitir la remoción, reparación, redistribución y reutilización de bicicletas inutilizables - Mejorar la eficiencia del sistema de bicicletas compartidas: La iniciativa propone un nuevo método computacional para analizar y evaluar el desempeño de los sistemas de bicicletas compartidas
S12	<i>Bike Sharing Demand Prediction based on Knowledge Sharing across</i>	Optimización de la demanda de bicicletas compartidas mediante aprendizaje	Aprendizaje profundo y grafos multimodales para optimizar la demanda de bicicletas compartidas, mejorando la movilidad	- Mejorar la eficiencia de los sistemas de bicicletas compartidas mediante una gestión más precisa de la

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
	<i>Modes: A Graph-based Deep Learning Approach</i>	profundo basado en grafos multimodales	sostenible en las ciudades y fomentando el uso de medios de transporte más limpios y saludables.	<p>demanda y la disponibilidad de bicicletas.</p> <hr/> <p>- Predecir los patrones de demanda de bicicletas en diferentes áreas urbanas para anticipar las necesidades de los usuarios y optimizar la asignación de recursos.</p> <hr/> <p>- Utilizar análisis de grafos multimodales para comprender la interconexión entre estaciones de bicicletas, rutas de ciclismo y puntos de interés, a fin de optimizar la ubicación y distribución de las estaciones.</p>

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
				<p>- Desarrollar algoritmos de optimización que permitan asignar y reubicar bicicletas de manera eficiente, maximizando la disponibilidad y evitando la saturación de estaciones.</p> <hr/> <p>-Promover la movilidad sostenible al fomentar el uso de bicicletas compartidas como una alternativa limpia y saludable de transporte, reduciendo la congestión y la contaminación ambiental.</p>

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
S13	<i>Detecting the Demand Changes of Bike Sharing: A Bayesian Hierarchical Approach</i>	Modelo bayesiano para detectar cambios persistentes en la demanda diaria de bicicletas compartidas	Modelo para detectar cambios persistentes en la demanda diaria de un sistema de bicicletas compartidas. Utiliza una regresión lineal para capturar la regularidad cambiante específica de cada estado, y un proceso de Dirichlet para capturar la secuencia de estados. Los experimentos numéricos se realizan utilizando registros públicos de uso de bicicletas compartidas en Nueva York	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar un modelo bayesiano jerárquico para detectar cambios persistentes en la demanda</li> <li>- Identificar de manera precisa y efectiva los cambios en la demanda de bicicletas compartidas que se producen a lo largo del tiempo debido a eventos disruptivos</li> <li>- Evaluar el impacto de estos eventos y tomar decisiones informadas sobre cómo adaptar el sistema de bicicletas</li> </ul>
S14	<i>Short-Term Forecast of Bicycle Usage in Bike Sharing Systems: A Spatial-Temporal</i>	Incorporación de factores adicionales, como las condiciones climáticas, la topografía y la	Análisis de otros factores que puedan afectar el uso de bicicletas en sistemas de uso compartido de bicicletas, además de las observaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar el rendimiento del modelo de predicción de uso de bicicletas.</li> <li>- Motivar a las personas al uso de la</li> </ul>

<b>Id</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
	<i>Memory Network</i>	accesibilidad del transporte público	históricas de uso de bicicletas	bicicleta mediante el modelo de predicción

En la Tabla 14, se muestra la distribución de los distintos elementos usados en los artículos de investigación, agrupados en categorías. Se puede observar que los artículos de investigación "S1" y "S4" exhiben la mayor cantidad de elementos utilizados en su estudio, destacándose por su preeminencia en comparación con otros artículos. Asimismo, se destaca el artículo "S5", que, si bien contiene una cantidad ligeramente menor de elementos en relación con "S1" y "S4", se encuentra en un nivel notable en lo que respecta a la cantidad de elementos empleados en la investigación.

**Tabla 14.**

*Elementos que utilizan las estrategias por artículos*

<b>Elemento</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	<b>S13</b>	<b>S14</b>	<b>F</b>	<b>FR</b>
Base de datos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	14	100.00 %
Sistema de georreferenciación	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	12	85.71 %
Interfaz de programación de aplicaciones	X			X	X	X	X	X							6	42.86 %
Sensor para toma de datos en tiempo real	X			X	X							X			4	28.57 %

Elemento	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	F	FR
Aplicación Móvil	X			X	X										3	21.43 %
Encuesta de satisfacción de los usuarios								X	X	X					3	21.43 %
Inteligencia artificial						X	X					X			3	21.43 %
Aplicación Web	X			X	X										3	21.43 %
Bicicleta autónoma			X									X			2	14.29 %
Bicicleta para recopilar datos	X	X													2	14.29 %
Sistema Arduino		X		X											2	14.29 %
Bicicleta defectuosa reacondicionada												X			1	7.14%
Modelo de moteres			X												1	7.14%
Modelo matemático de rendimiento de bicicletas												X			1	7.14%

Elemento	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	F	FR
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	A	
Prototipo de rueda eléctrica			X												1	7.14%
Sistema mecánico de suspensión													X		1	7.14%
Sistema WAN de comunicación de datos		X													1	7.14%
Técnicas en prácticas sostenibles							X								1	7.14%
Total, elementos por artículo	7	5	4	7	6	4	5	4	3	3	4	4	2	3		
% de elementos por artículo	39 %	28 %	22 %	39 %	33 %	22 %	28 %	22 %	17 %	17 %	22 %	22 %	11 %	17 %		

Representando los datos obtenidos, en la Figura 10 se evidencia una concentración significativa en algunas categorías, como "Base de datos" y "Sistema de georreferenciación", seguido de "Interfaz de Programación de Aplicaciones (API por sus siglas en inglés)" y "Sensor para toma de datos en tiempo real". Un hallazgo importante es que, únicamente tres de los catorce artículos presentan el uso de una aplicación móvil como parte de la estrategia desarrollada.

En la totalidad de los artículos se implementa el uso de la bicicleta de manera tradicional como un medio de transporte. No obstante, es interesante encontrar el uso de bicicletas autónomas,

bicicletas con sensores para recopilar datos durante sus recorridos y bicicletas defectuosas reacondicionadas para uso compartido.

**Figura 11.**

*Visualización grafica de los resultados obtenidos*



Categorización de las iniciativas identificadas (RQ2). En el análisis estadístico realizado en la Tabla 15, se clasificaron las iniciativas a partir del examen de 14 artículos. Las categorías más frecuentemente observadas son "Sistema de bicicletas compartidas" y "Modelo predictivo de demanda de bicicletas compartidas", destacándose por su alta recurrencia en los artículos estudiados. En menor proporción, pero aún presente, se encuentra la categoría "Ecosistema de bicicletas".

**Tabla 15.**

*Clasificación de las iniciativas*

<b>Categoría</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>	<b>S11</b>	<b>S12</b>	<b>S13</b>	<b>S14</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>
Sistema de bicicletas compartidas		X	X								X				3	21.43%
Modelo predictivo de demanda de bicicletas compartidas												X	X	X	3	21.43%
Ecosistema de bicicletas	X							X							2	14.29%
Patrones para promover el uso de la bicicleta							X								1	7.14%
Sistema de monitoreo de ciclistas				X											1	7.14%
Simulador de ubicación de bicicletas					X										1	7.14%
Geolocalización de estaciones de bicicletas						X									1	7.14%
Evaluación sobre el uso de bicicletas compartidas										X					1	7.14%
Análisis sobre la demanda de estaciones para bicicletas									X						1	7.14%

En la Tabla 16 se presenta la categoría asignada a cada una de las iniciativas identificadas. La primera categoría es un sistema de bicicletas compartidas. Es una forma innovadora de movilidad urbana que combina la autonomía con la idea de compartir vehículos para desplazarse por la ciudad de manera eficiente y sostenible. Estas bicicletas son autónomas en el sentido de que están equipadas con tecnología avanzada, como sensores y sistemas de navegación, que les permiten movilizar al usuario sin necesidad de pedalear. Están diseñadas para ser compartidas por múltiples usuarios y se encuentran disponibles en estaciones de alquiler en toda una ciudad.

La segunda categoría son los modelos predictivos de demanda de bicicletas compartidas son esenciales para optimizar la eficiencia de estos sistemas urbanos. Utilizando enfoques como el aprendizaje profundo, el sistema bayesiano y el marco STMN, estos modelos aprovechan datos históricos y en tiempo real, así como factores como el clima y la accesibilidad al transporte público, para anticipar la demanda, mejorar la distribución de bicicletas y promover una movilidad urbana más sostenible, contribuyendo así a una gestión más efectiva de los sistemas de bicicletas compartidas en las ciudades.

La tercera categoría identificada aborda un Ecosistema de bicicletas inteligentes diseñado para servir como medio de transporte, haciendo uso de sensores para recopilar información de indicadores como el rendimiento del ciclista y factores ambientales, como la calidad del aire y la contaminación sonora. Este enfoque permite a los usuarios no solo desplazarse de manera eficiente, sino también generar y almacenar datos relevantes para mejorar la calidad ambiental de las ciudades. La incorporación de la tecnología Blockchain añade una capa adicional de fiabilidad y seguridad a este sistema, promoviendo así la movilidad sostenible mediante una gestión más efectiva de las bicicletas compartidas en entornos urbanos.

La cuarta categoría encontrada es los patrones para promover el uso de la bicicleta, que se refiere a la aplicación de la inteligencia artificial (IA) para motivar y fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. Esta categoría implica el desarrollo de sistemas y aplicaciones que utilizan la IA para influir positivamente en el comportamiento de las personas y promover la adopción de la bicicleta como una opción de movilidad.

La quinta categoría identificada se centra en un sistema de monitoreo de ciclistas, el cual se basa en la implementación de tecnologías de seguimiento y análisis para recopilar datos relacionados con el comportamiento y la seguridad de los ciclistas en entornos urbanos. Este sistema utiliza sensores y dispositivos de rastreo incorporados en las bicicletas o en la indumentaria de los ciclistas para registrar información crucial, como la velocidad, la ubicación, la interacción con el tráfico y el uso de cascos de protección. Estos datos son analizados para identificar patrones de comportamiento, evaluar riesgos y mejorar la seguridad de los ciclistas en la ciudad, contribuyendo así a una movilidad más segura y eficiente.

La sexta categoría identificada es un simulador de ubicación de bicicletas, que es una herramienta digital que permite rastrear y visualizar la posición y movimiento de bicicletas en tiempo real o en un entorno virtual. Estos simuladores son valiosos tanto para operadores de sistemas de bicicletas compartidas como para ciclistas individuales que desean planificar rutas o realizar un seguimiento de su actividad.

La séptima categoría es la geolocalización de estaciones de bicicletas con IA, implica el uso de inteligencia artificial para mejorar la gestión de sistemas de bicicletas compartidas. Esta tecnología optimiza la distribución de bicicletas en estaciones, predice la demanda de usuarios, sugiere rutas eficientes, monitorea el estado de las bicicletas y contribuye a prevenir robos. En conjunto, la IA aumenta la eficiencia operativa y la experiencia de usuario, promoviendo la movilidad sostenible y facilitando el acceso a las bicicletas compartidas en las ciudades.

La octava categoría corresponde con la evaluación del uso de bicicletas compartidas, la cual se realiza a través investigaciones para comprender y mejorar los sistemas de bicicletas compartidas sin recopilar datos específicos de una muestra representativa. Se centra en la exploración de ideas, conceptos y factores relevantes.

La novena categoría tiene por nombre el análisis sobre la demanda de estaciones para bicicletas ya que se enfoca en la evaluación detallada de la demanda y ubicación óptima de estaciones de bicicletas en sistemas compartidos. Esta categoría implica el uso de técnicas analíticas y de modelado estadístico para determinar dónde deberían ubicarse las estaciones de bicicletas con el fin de maximizar su utilidad y satisfacer las necesidades de los usuarios de manera eficiente.

**Tabla 16.**

*Categorización de iniciativas identificadas*

<b>Id</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Categoría</b>
S1	Ecosistema de bicicletas inteligentes con un propósito	Ecosistema de bicicletas (medición de factores ambientales)

<b>Id</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Categoría</b>
S2	Sistema de transporte compartido, basado en IoT utilizando bicicletas eléctricas	Sistema de bicicletas compartidas
S3	Beneficios de un prototipo de bicicleta autónoma	Sistema de bicicletas compartidas
S4	Sistema de monitoreo de actividad para ciclistas	Sistema de monitoreo de ciclistas
S5	Solución de ITS (Sistemas de Transporte Inteligente) que permita la gestión y ubicación de bicicletas	Simulador de ubicación de bicicletas
S6	Ubicación de estaciones de bicicletas compartidas de manera más eficiente y económica	Geolocalización de estaciones de bicicletas
S7	Diseño persuasivo para fomentar comportamientos más sostenibles en el ámbito de la movilidad urbana.	Patrones para promover el uso de la bicicleta
S8	Creación de un mapa de viaje del cliente, la identificación de puntos críticos y la realización de simulaciones en tiempo real	Ecosistema de bicicletas (con <i>Blockchain</i> )
S9	Planificación de la infraestructura de bicicletas compartidas para garantizar una mayor cobertura y accesibilidad	Análisis sobre la demanda de estaciones para bicicletas
S10	Oportunidades y limitaciones del concepto de bicicletas compartidas en la ciudad	Evaluación sobre el uso de bicicletas compartidas
S11	Reutilización de bicicletas inutilizables, promoviendo una cultura de movilidad sostenible y amigable con el medio ambiente	Sistema de bicicletas compartidas (recicladas)
S12	Optimización de la demanda de bicicletas compartidas mediante aprendizaje profundo basado en grafos multimodales	Modelo predictivo de demanda de bicicletas compartidas ( <i>deep learning</i> )
S13	Modelo bayesiano para detectar cambios persistentes en la demanda diaria de bicicletas compartidas	Modelo predictivo de demanda de bicicletas compartidas (sistema bayesiano)

<b>Id</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>Categoría</b>
S14	Incorporación de factores adicionales, como las condiciones climáticas, la topografía y la accesibilidad del transporte público	Modelo predictivo de demanda de bicicletas compartidas (marco STMN)

Aplicaciones móviles en iniciativas para fomentar el uso de la bicicleta (RQ3). En el análisis estadístico de la Tabla 17, que comprende el conjunto de 14 iniciativas en su totalidad, sobresalen notablemente las iniciativas S1, S4 y S5. Estas tres iniciativas se distinguen por su enfoque primordial en el desarrollo e implementación de aplicaciones móviles como elemento central de cada estrategia. Las aplicaciones móviles relacionadas con estas iniciativas desempeñan un papel crucial en la promoción y mejora de la movilidad urbana sostenible, al proporcionar a los usuarios herramientas innovadoras para acceder y utilizar sistemas de bicicletas compartidas de manera más eficiente y conveniente.

**Tabla 17.**

*Uso de aplicaciones para dispositivos móviles en las iniciativas*

<b>Id</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>La iniciativa usa aplicación móvil</b>
S1	Ecosistema de bicicletas eléctricas inteligentes	SI
S2	Sistema de transporte compartido, basado en IoT utilizando bicicletas eléctricas	NO
S3	Beneficios de un prototipo de bicicleta autónoma	NO
S4	Sistema de monitoreo de actividad para ciclistas	SI
S5	Solución de ITS (Sistemas de Transporte Inteligente) que permita la gestión y ubicación de bicicletas	SI
S6	Ubicación de estaciones de bicicletas compartidas de manera más eficiente y económica	NO
S7	Diseño persuasivo para fomentar comportamientos más sostenibles en el ámbito de la movilidad urbana.	NO

<b>Id</b>	<b>Nombre de la iniciativa</b>	<b>La iniciativa usa aplicación móvil</b>
S8	Creación de un mapa de viaje del cliente, la identificación de puntos críticos y la realización de simulaciones en tiempo real	NO
S9	Planificación de la infraestructura de bicicletas compartidas para garantizar una mayor cobertura y accesibilidad	NO
S10	Oportunidades y limitaciones del concepto de bicicletas compartidas en la ciudad	NO
S11	Reutilización de bicicletas inutilizables, promoviendo una cultura de movilidad sostenible y amigable con el medio ambiente	NO
S12	Optimización de la demanda de bicicletas compartidas mediante aprendizaje profundo basado en grafos multimodales	NO
S13	Modelo bayesiano para detectar cambios persistentes en la demanda diaria de bicicletas compartidas	NO
S14	Incorporación de factores adicionales, como las condiciones climáticas, la topografía y la accesibilidad del transporte público	NO

En la iniciativa S1, se presenta un prototipo de bicicleta inteligente diseñado para recopilar y compartir datos sobre el entorno, como la contaminación del aire, la temperatura, la humedad relativa y la presión del aire. Esta información es recolectada a través de la utilización de sensores de bajo costo instalados en bicicletas, las cuales a su vez están conectadas a una aplicación móvil donde se proyecta una síntesis de los datos obtenidos. Además, este prototipo busca resguardar la seguridad del usuario al evitar sugerir rutas por zonas peligrosas, así como proporcionar una herramienta útil en la recuperación de bicicletas robadas gracias al sistema de georreferenciación integrado.

La iniciativa S4 consiste en un sistema que permite a entrenadores monitorear la actividad de ciclistas, usando tecnología IoT (sigla en inglés para "Internet de las cosas"). El sistema incluye una red de sensores inalámbricos adaptados en la bicicleta y en el ciclista que envían los datos recopilados a un servidor donde son almacenados en una base de datos. Los usuarios, tanto entrenadores como ciclistas, pueden acceder a los datos a través de una aplicación móvil, donde

son presentados en gráficos que muestran el rendimiento del ciclista y el porcentaje de uso de los sensores. El sistema también proporciona retroalimentación sobre las trayectorias recorridas en bicicleta y métricas que los entrenadores pueden utilizar para evaluar el rendimiento de los ciclistas.

Por su parte, la iniciativa S5 propone una solución de transporte inteligente basada en bicicletas compartidas. Esta propuesta utiliza enfoques de sistemas de transporte inteligentes (ITS) e Internet de las cosas (IoT) para rastrear y gestionar las bicicletas. Entre los principales elementos usados en la iniciativa se encuentran un hardware para que los usuarios realicen préstamos y devoluciones de bicicletas, un software para procesar datos recopilados en los trayectos, una aplicación web que permite visualizar las estadísticas generales del sistema y proporciona al administrador la capacidad de enviar bicicletas a mantenimiento, y una aplicación móvil para los ciclistas, donde pueden recibir información sobre los análisis de datos como tiempos de viaje, ubicación de bicicletas y lugares de estacionamiento disponibles.

En la Tabla 18, se realiza una inspección de las tecnologías empleadas en el desarrollo de las aplicaciones móviles. Se destaca en primer lugar, el uso del API de Google Maps como protagonista indiscutible en estos desarrollos, seguido de cerca por Firebase Realtime Database, que cumple un doble papel como servicio de almacenamiento y servidor. Además, se evidencia la importancia de lenguajes de programación como JavaScript, cuyo uso consolida la robustez y la eficiencia en la transmisión de datos y la experiencia del usuario en estas aplicaciones móviles.

**Tabla 18.**

*Tecnologías usadas en aplicaciones móviles*

<b>Tecnologías usadas en la aplicación</b>	<b>S1</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>
Tipo de aplicación	Aplicación móvil	Aplicación móvil	Aplicación móvil
Base de datos	MySQL	Firestore Realtime Database, NoSQL	Firestore Realtime Database
Es Nativa	Si (Android)	Si (Android)	No se encontró información
Lenguaje	JavaScript (JSON), PHP, HTML	JavaScript (JSON)	HTTP, Python, Twilio Markup Language
Georreferenciación	GPS (API Google maps)	GPS (API Google maps)	GPS (API Google maps)

Para obtener una visión integral del proceso de extracción de datos, te invitamos a consultar el Anexo 4, donde se detallan de forma exhaustiva los pasos para abordar las preguntas de investigación RQ1, RQ2 y RQ3.

### **2.1.6. Síntesis de resultados**

Resultados relevantes de las iniciativas para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte:

Como resultado del mapeo sistemático orientado a la identificación de iniciativas destinadas a promover el uso de la bicicleta como medio de transporte, se analizaron un total de 417 artículos, de los cuales se seleccionaron 14 los criterios de inclusión, exclusión y calidad establecidos en el protocolo del estudio. Este proceso culminó con la identificación de 14 iniciativas que tienen como objetivo impulsar y respaldar la adopción de la bicicleta como medio de transporte.

En el análisis de los elementos incorporados por las iniciativas, se destaca la importancia de las bases de datos en la ejecución de estos proyectos, ya que recopilan y almacenan información vital sobre infraestructura, puntos de acceso a bicicletas compartidas y rutas preferidas por los ciclistas. Los sistemas de georreferenciación también desempeñan un papel esencial al permitir un control y visualización preciso de la ubicación de estaciones de bicicletas y rutas. Además, la integración de API facilita la comunicación entre el sistema de georreferenciación y la aplicación móvil de los usuarios, ofreciendo datos actualizados y funciones adicionales.

Por otra parte, es preciso destacar el uso poco frecuente de aplicaciones móviles como un elemento constitutivo de las iniciativas. En este sentido, toma relevancia involucrar el desarrollo de aplicaciones móviles porque a través de ella, se puede recopilar información, facilitar la comunicación, contribuir y medir el nivel de satisfacción y experiencia de los usuarios.

Hallazgos relevantes sobre la clasificación de las iniciativas encontradas. Las catorce iniciativas analizadas se identifican nueve categorías. La primera categoría recurrente corresponde con "Sistemas de bicicletas compartidas", proyectos que posibilitan a individuos el arriendo temporal de bicicletas con el propósito de desplazarse en una ciudad o zona urbana. Estas iniciativas ofrecen una alternativa sostenible y eficaz para la movilidad en entornos urbanos, al fomentar el empleo de la bicicleta como medio de transporte. Esto contribuye a disminuir la congestión vehicular y a promover un estilo de vida más saludable. La segunda categoría es "Modelo predictivo de demanda de bicicletas compartidas", la cual se enfoca en sistemas que permiten identificar las zonas geográficas que requieren una mayor concentración de bicicletas. A través de análisis de estas áreas, se determina la demanda de bicicletas compartidas en cada sector, lo que facilita la implementación de sistemas de bicicletas compartidas que satisfacen las necesidades de los usuarios.

Por último, se destaca la categoría de "Ecosistema de bicicletas" la cual hace referencia a propuestas con redes interconectadas de elementos y actores que trabajan en conjunto para fomentar el uso de la bicicleta y proporcionan una variedad de servicios, incluyendo la planificación de rutas, información sobre el entorno (tanto de tráfico como del clima) e incluso entrenamientos personalizados. Todo ello se realiza con la meta de promover alternativas a los medios de transporte convencionales.

Descubrimientos significativos en la identificación de iniciativas que se centren en aplicaciones móviles:

De las catorce iniciativas identificadas, únicamente tres de ellas involucran la aplicación móvil como elementos constitutivo esencial. Las tecnologías que predominan en la creación de las aplicaciones móviles se encuentran: base de datos en la nube, como Firebase Realtime Database, y el uso del API de mapeo de Google Maps. Principalmente se utilizan para realizar la representación en tiempo real de la distribución georreferencial de rutas y ubicaciones dentro cada iniciativa. Por otro lado, se determinó que el lenguaje de programación más recurrente en el desarrollo de aplicaciones móviles es JavaScript. Esto se debe a su capacidad para manejar datos en formato JSON y su versatilidad en la creación de interfaces de usuario interactivas.

## **2.2. Objetivo 2: Aplicación móvil orientada a promover el uso de la bicicleta**

En esta sección se presenta cómo se desarrolló la aplicación móvil EcoBike orientada a promover el uso de la bicicleta como medio de transporte. Para lograr esto, se desarrolló el proceso que se presenta en la Figura 11.

### **Figura 12.**

*Método desarrollo de la aplicación móvil*

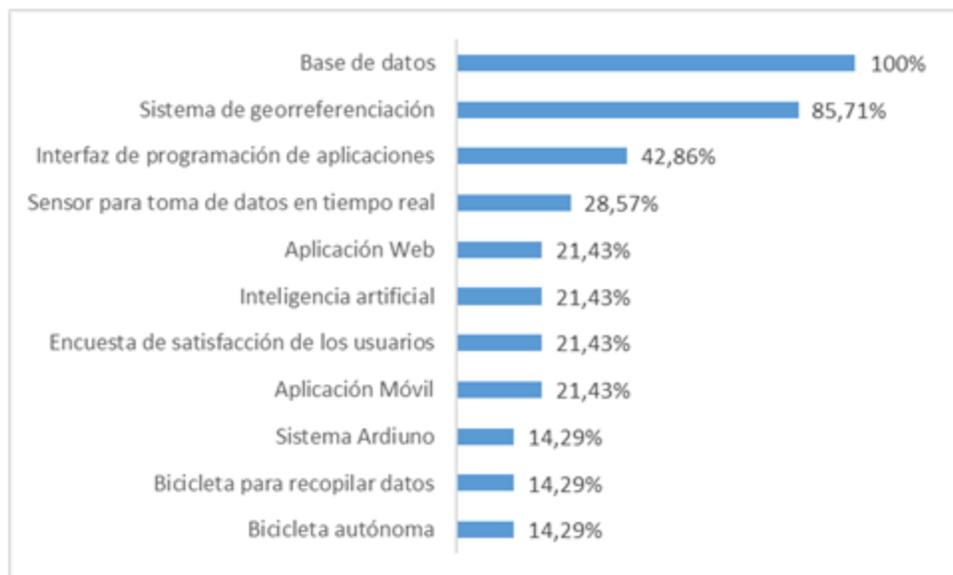


### 2.2.1. Establecer los elementos de la estrategia

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el mapeo sistemático, se encontró que los elementos tecnológicos frecuentemente usados en las estrategias corresponden con los mostrados en la Figura 12.

**Figura 13.**

*Elementos tecnológicos recurrentes en las estrategias*



De los elementos tecnológicos recurrentes (Ver Figura 12) para el desarrollo de la aplicación móvil se seleccionaron en primera instancia los sistemas de georreferenciación y las Interfaces de Programación de Aplicaciones (API). Estas dos categorías aseguran que, para el desarrollo de una interfaz de visualización es esencial utilizar herramientas de georreferenciación. Además, retomando la información de la Tabla 18, el 100% de las iniciativas seleccionadas emplea el servicio de GPS de Google Maps como sistema de georreferenciación. Esto nos lleva a concluir que la API más importante para el desarrollo debe ser el sistema de georreferenciación de Google Maps.

De acuerdo con el análisis presentado en la Tabla 18, se seleccionó como lenguaje de desarrollo JavaScript en conjunto con React Native, porque permite generar la aplicación móvil para sistemas Android como iOS.

Por otro lado, todas las estrategias analizadas hacen uso de bases de datos y teniendo en cuenta el análisis presentado en la Tabla 18, se logra identificar el sistema gestor frecuentemente utilizado es Firebase Realtime Database, presente en un 66,6% de las iniciativas seleccionadas, lo que la posiciona como la opción más destacada.

En su totalidad, estas decisiones estratégicas representan un enfoque sólido respaldado por un análisis, con el objetivo principal de crear una aplicación que fomente el uso de la bicicleta como medio de transporte. Esta aplicación móvil destacará no solo por su eficacia, sino también por su capacidad para atraer e involucrar al usuario.

### ***2.2.2. Identificar las necesidades de los stakeholders***

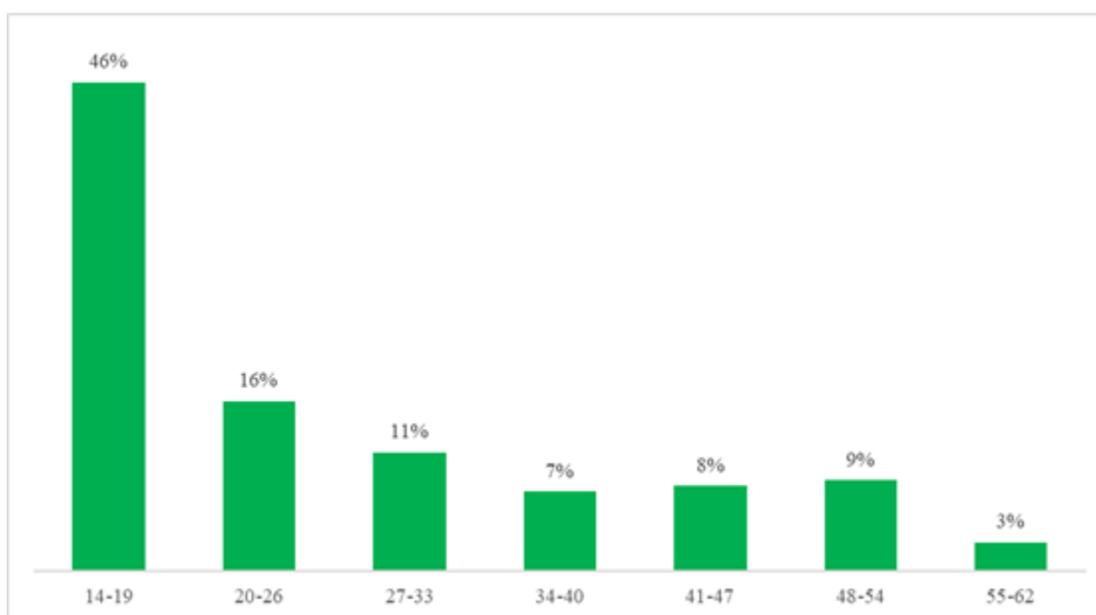
Para identificar las necesidades de los stakeholders se elabora una encuesta en Google Forms. La encuesta se aplicó durante el mes de junio del 2023 y fue diligenciada por 200 personas en la ciudad de Pasto. Posteriormente, se llevó a cabo la preparación de datos que consistió en la identificación y el tratamiento de valores atípicos. Esta fase se centró en la detección de respuestas que se alejaban significativamente de la tendencia general de las encuestas. El proceso de depuración de datos atípicos se realizó para contribuir a la calidad de los resultados que posteriormente arrojaría el análisis de las encuestas. Finalmente, este proceso resultó arrojando un total de 187 respuestas válidas para ser analizadas.

Información sociodemográfica. El primer elemento de análisis fue la edad de los encuestados. Para la categorización de los rangos de edad, se aplicó la regla de Sturges, una técnica estadística utilizada para determinar el número óptimo de intervalos en un histograma. Al representar los datos de esta manera, se pudo observar que el grupo de edad más representativo, con un 46% (Ver Figura 13), correspondió a personas entre los 14 y 19 años, seguido del rango comprendido entre los 20 y 26 años, que representan el 16% (Ver Figura 13) de la población. Este descubrimiento sugiere que

la aplicación móvil debe centrarse en estrategias de motivación dirigidas principalmente a adolescentes y jóvenes adultos, dado que son el grupo demográfico más receptivo y representativo para el uso de la bicicleta como medio de transporte. Adicionalmente, sería pertinente que el diseño de la aplicación incorpore elementos creados específicamente para captar la atención de este grupo demográfico.

**Figura 14.**

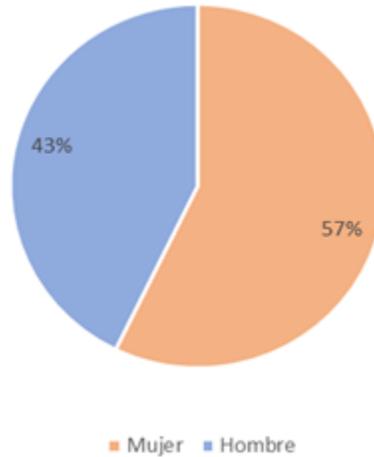
*Visualización Gráfica de Grupos de Edad*



La distribución de género entre los participantes de la encuesta se compone principalmente de mujeres con un 57%, como de observa en la Figura 14. Es importante destacar que, a pesar de la mayor participación de mujeres en la encuesta, ambos porcentajes se asemejan de manera notable a la proporción de género en la ciudad de Pasto, según la Alcaldía de Pasto (2020). En dicha estimación, las mujeres representan el 53% de la población, mientras que los hombres constituyen el 47%. Este hallazgo sugiere que la muestra se ajusta adecuadamente a la distribución de género en la localidad, lo que garantiza una representación cercana y equitativa de la diversidad de género en el contexto de la investigación.

**Figura 15.**

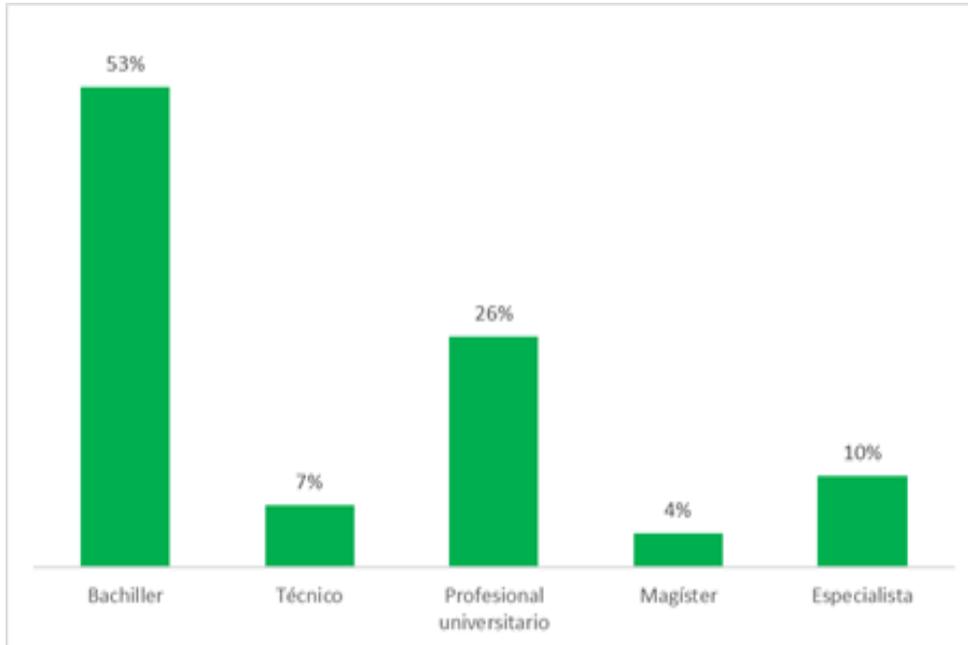
*Representación Gráfica del Género*



El análisis estadístico de la Figura 15, indica que el 53% de los participantes del estudio han alcanzado el nivel educativo de bachillerato, mientras que un 26% posee un título universitario. Estos resultados señalan que una parte sustancial de la muestra tiene una formación académica de nivel medio y superior. Este hallazgo es crucial al considerar la planificación de estrategias de comunicación y el desarrollo de contenido educativo en la aplicación móvil, asegurando así una adaptación efectiva a estos perfiles educativos.

**Figura 16.**

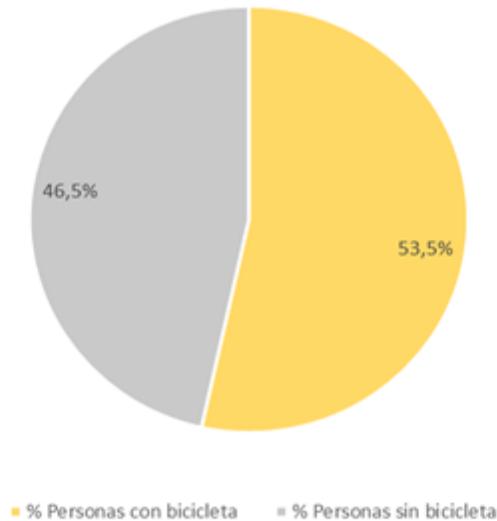
*Representación del nivel de estudios máximos alcanzados*



Necesidades de los skateholders. En la Figura 16, se presenta que el 53.5% de las personas encuestadas indicaron que poseen una bicicleta, mientras que el 46.5% restante no. Cabe aclarar que esta pregunta es relevante en el contexto de la investigación, ya que, si se busca promover el uso de bicicletas como medio de transporte, es fundamental comprender los incentivos que podrían motivar a personas que no tienen bicicleta, a considerarla como su medio de transporte en el futuro. Así, esta información es valiosa para la aplicación móvil que se desarrollará, ya que puede ayudar a entender los incentivos efectivos en las personas que ya poseen bicicleta, así como también puede ayudar a considerar estrategias (análisis que se abordará con mayor detalle en secciones posteriores de la investigación) para fomentar el uso de la bicicleta entre aquellos que aún no poseen una.

**Figura 17.**

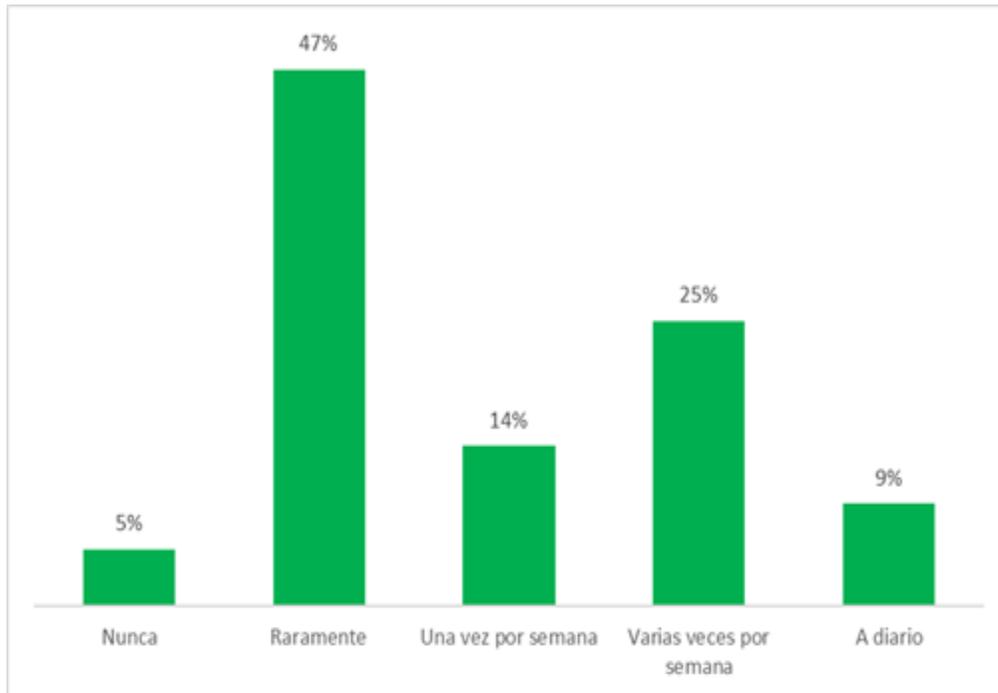
*Representación gráfica de tenencia de una bicicleta*



La Figura 17, proporciona una visión detallada de la frecuencia con la que las personas propietarias de bicicletas utilizan este medio de transporte. Entre un grupo de 100 personas (53.5%) con bicicletas, se destaca que el 47% de ellas la utilizan raramente. En segundo lugar, un 25% de estos individuos la emplea varias veces por semana. Estos hallazgos indican que la mayoría de las personas que tienen bicicletas las usan de manera esporádica, y que una proporción menor las utiliza de forma más frecuente. Esto representa una oportunidad para crear herramientas que busquen aumentar la proporción de personas que usan su bicicleta con más frecuencia.

**Figura 18.**

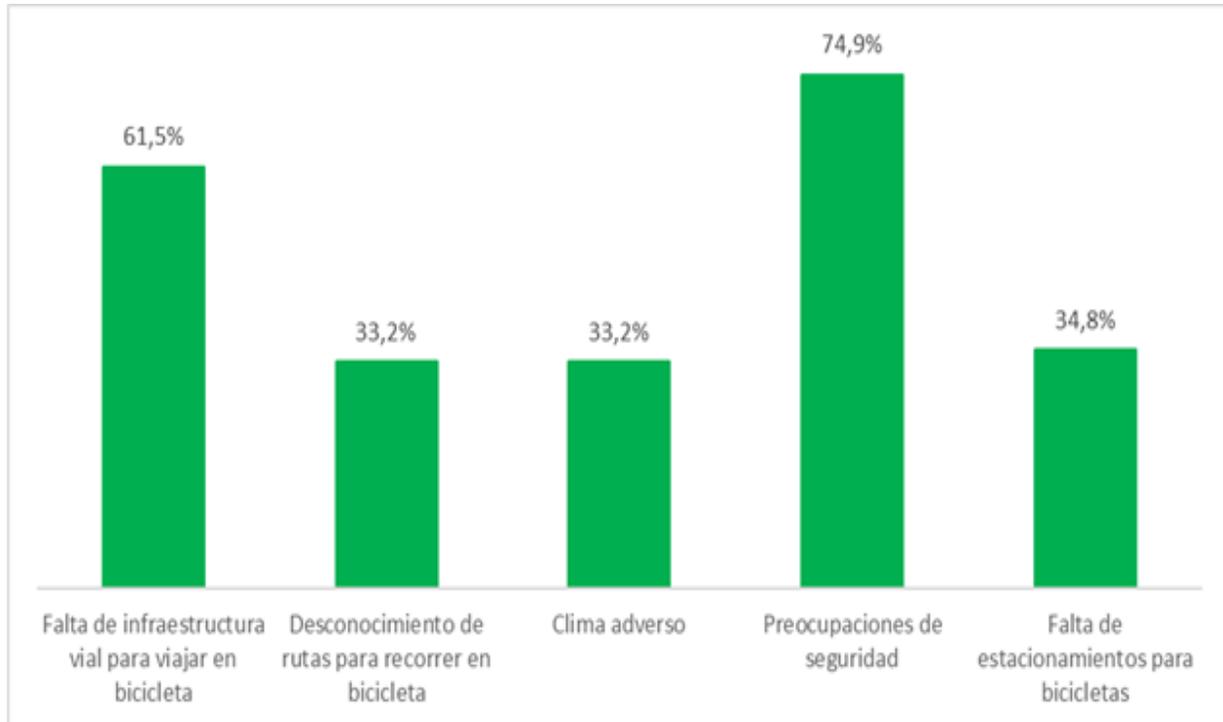
*Grafica de frecuencia porcentaje de uso de la bicicleta*



En cuanto a los obstáculos que los encuestados consideran más frecuentes al utilizar la bicicleta como medio de transporte, se destaca en primer lugar, con un 74.9%, la preocupación por la seguridad (Ver Figura 18). Este resultado sugiere que tanto los usuarios actuales como los potenciales no se sienten seguros al realizar desplazamientos en bicicleta, lo que genera un dilema a la hora de elegir este medio de transporte. Además, un 61.5% de los encuestados identificó la falta de infraestructura vial como un problema significativo. Esta carencia de infraestructura vial limita la experiencia de andar en bicicleta en la ciudad de Pasto ya que, no existen suficientes rutas seguras disponibles para los ciclistas; sin embargo, aunque es un obstáculo notable, la solución a asuntos de infraestructura vial están fuera del alcance de los objetivos planteados en este proyecto.

**Figura 19.**

*Grafica de obstáculos al usar la bicicleta*



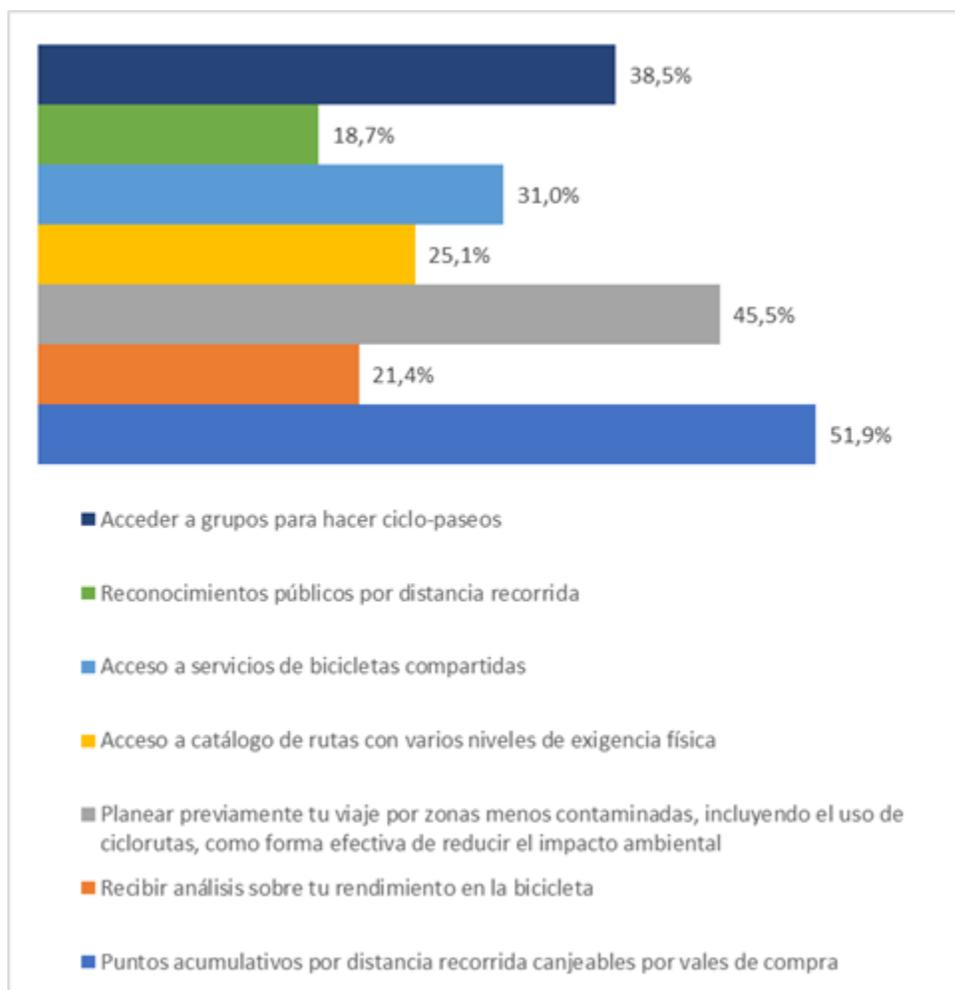
Paralelamente, en la Figura 19, se ilustran las respuestas sobre las iniciativas que generan más interés para incentivar el uso de la bicicleta. Se encontró que el 51.9% de los encuestados consideran que la mejor forma de incentivar el uso de la bicicleta es a través de recompensas canjeables por vales de compra. Adicionalmente, se observó que el 45.5% de los encuestados se sentiría motivado a usar con mayor frecuencia su bicicleta al tener la opción de planificar previamente sus viajes, trazando rutas por zonas menos contaminadas, como ciclovías o áreas de la ciudad con menor congestión vehicular.

A partir de las preocupaciones y necesidades planteadas por los potenciales usuarios se ha establecido que, sería interesante para incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte la solución computacional que incorpore un sistema de recompensas innovador, basado en la acumulación de puntos según la distancia recorrida en bicicleta. Esta iniciativa se buscará asociar con las empresas locales para brindar unos beneficios canjeables a los usuarios. Uno de los aspectos

destacados de este sistema sería un enfoque en un modelo de beneficio mutuo, donde las empresas obtendrán visibilidad y publicidad dentro de la aplicación, y los usuarios obtendrán descuentos para compras en empresas aliadas. Además, sería importante integrar una función que permita diseñar rutas ecológicas personalizadas, garantizando recorridos seguros para la salud de los usuarios. De este modo, la aplicación atenderá a los dos principales incentivos para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte, siendo los puntos acumulativos por distancia recorrida canjeables por vales de compra, y planear previamente el viaje por zonas menos contaminadas.

**Figura 20.**

*Grafica de incentivos para usar la bicicleta*

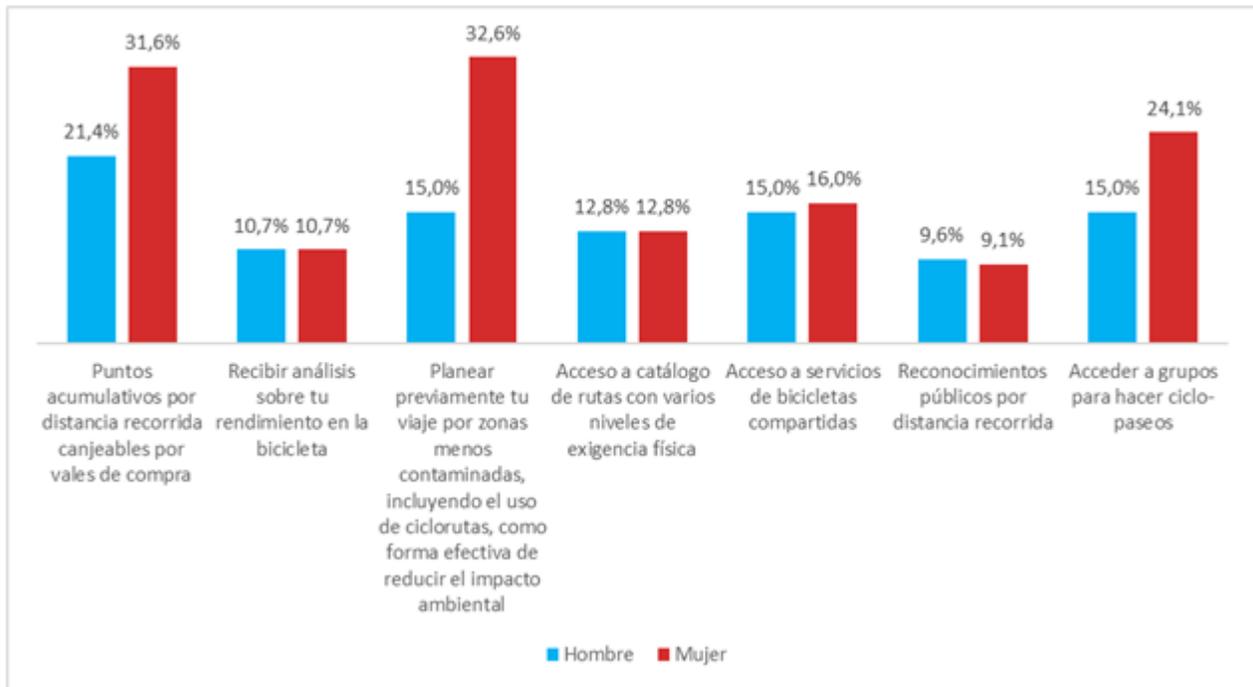


Ahora bien, es relevante profundizar en el análisis de los incentivos, estableciendo conexiones con otras características de la muestra estudiada, específicamente, los incentivos en relación con el género y la posesión de una bicicleta. Para empezar, la Figura 20, proporciona información relevante sobre los incentivos que más resultan llamativos a mujeres y a hombres, como grupos poblacionales distintos.

En el caso de los hombres, su incentivo principal es la acumulación de puntos según la distancia recorrida, los cuales son canjeables por vales de compra, representando el 21.4% de sus elecciones. En segundo lugar, se observa que tres incentivos comparten una preferencia del 15%: planificar previamente el viaje por zonas menos contaminadas, acceso a servicios de bicicletas compartidas y participación en grupos para paseos en bicicleta. Por otro lado, en el caso de las mujeres, su principal incentivo es planificar previamente el viaje por zonas menos contaminadas con un 32.6% de preferencia. En segundo lugar, se encuentra la opción de acumular puntos por la distancia recorrida, canjeables por vales de compra, con un 31.6%. Este análisis revela que los hombres tienden a considerar una mayor variedad de opciones de incentivos para el uso de la bicicleta en comparación con las mujeres. Estas observaciones son importantes por si en el futuro se quisiera implementar estrategias de comunicación para publicitar la aplicación móvil con estrategias de mercadeo orientadas a las preferencias de incentivos por género.

**Figura 21.**

*Gráfica de incentivos clasificados por genero*

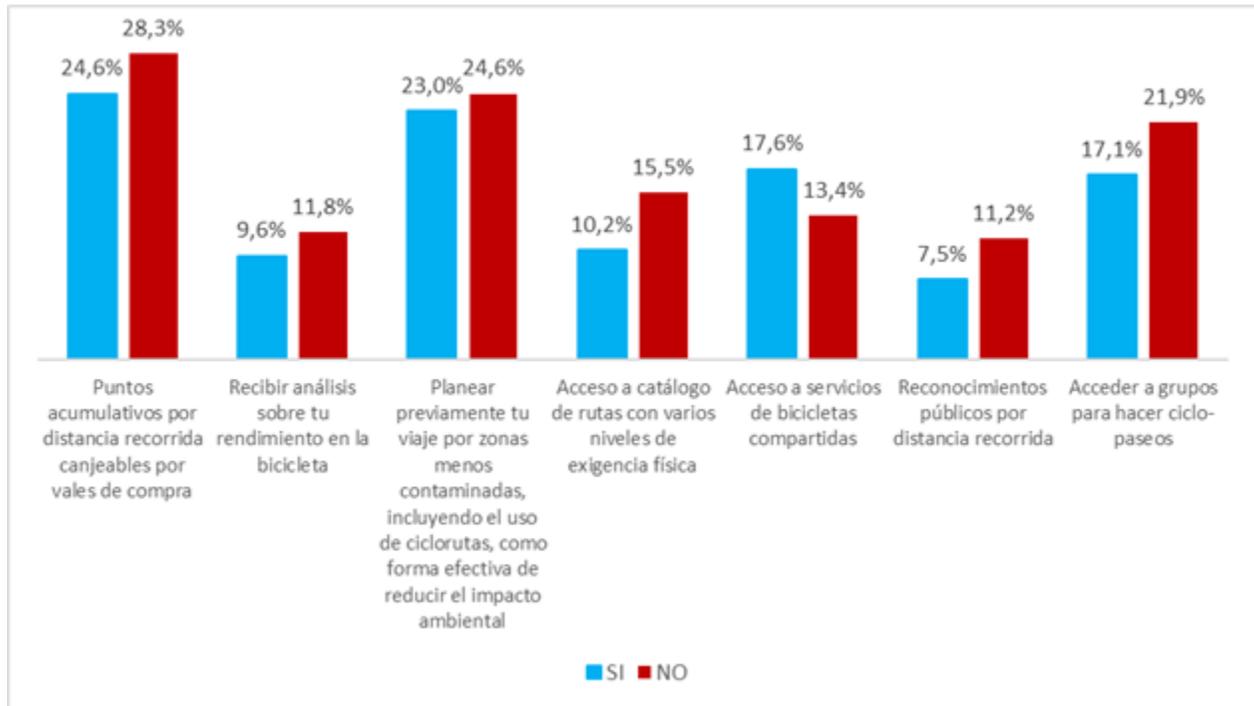


Luego, el análisis de las encuestas revela tendencias interesantes en cuanto a los incentivos que podrían influir en la decisión de utilizar con mayor frecuencia una bicicleta, o, de ser el caso, adquirir una para comenzar a usarla como medio de transporte cotidiano. Como se observa en la Figura 21, tanto las personas que ya tienen una bicicleta como aquellas que no la poseen muestran un alto interés en la obtención de puntos acumulativos por la distancia recorrida, canjeables por vales de compra, con un porcentaje del 24.6% y 28.3% respectivamente. Adicionalmente, el segundo incentivo más preferido por ambas categorías de encuestados es la planificación previa de viajes por zonas menos contaminadas. En este caso, el 23% de las personas con bicicleta y el 24.6% de las personas sin bicicleta muestran interés en esta iniciativa.

Finalmente, se observan diferencias en cuanto al tercer incentivo preferido. Aquellas personas que ya tienen una bicicleta muestran una preferencia del 17.6% por el acceso a servicios de bicicletas compartidas. Por otro lado, las personas que no tienen bicicleta se sentirían más motivadas a usar una si tuvieran acceso a grupos para hacer ciclo paseos.

**Figura 22.**

Visualización grafica de los incentivos categorizados en la tenencia de una bicicleta



Para sintetizar, con los resultados de la encuesta se logró encontrar las necesidades de los stakeholders en torno a los incentivos que consideran pertinentes para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte. Estos incentivos se traducirán en una aplicación móvil cuya función principal será registrar la distancia recorrida por los usuarios en bicicleta y dependiendo de la distancia recorrida, los usuarios acumularán puntos canjeables por vales de compra en empresas que decidan participar en la iniciativa, ofreciendo descuentos o vales de compra para sus productos o servicios a cambio de publicidad en la aplicación. Además, esta función de seguimiento y acumulación de puntos se aplicará al segundo incentivo más preferido por la población: la planificación previa de rutas por zonas menos contaminadas. La aplicación será desarrollada para Android. Con estos resultados, también se descarta el incentivo de reconocimientos públicos que, al iniciar con el proyecto, se pensó que sería atractiva para los usuarios.

Para visualizar los resultados obtenidos en las encuestas revisar el Anexo 5 donde se detallan los procesos realizados para obtener las representaciones graficas de las respuestas.

### 2.2.3. Priorizar las necesidades

Teniendo en cuenta la identificación de las necesidades descritas en el ítem anterior en la Tabla 19 se presenta la lista de necesidades descritas a través de la técnica de historia de usuario. Además, se realiza una priorización teniendo en cuenta el valor agregado a la estrategia y la urgencia con la que deben desarrollarse.

**Tabla 19.**

*Historias de usuario priorizadas*

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
1	Como usuario, quiero registrarme en la aplicación Ecobike para empezar a utilizar sus servicios.	100	Alta
2	Como usuario, quiero iniciar sesión en la aplicación Ecobike para acceder a todas las funcionalidades de la aplicación.	100	Alta
3	Como usuario, quiero configurar mi información de perfil en la aplicación Ecobike, para personalizar mi experiencia en la plataforma.	100	Media
4	Como usuario, quiero recuperar mi cuenta para seguir usando la aplicación sin perder los datos.	100	Media
5	Como usuario quiero marcar un destino por la ruta menos contaminada para prevenir problemas de salud.	100	Alta
6	Como usuario, quiero visualizar las empresas con las que se puede canjear los puntos para estar informado sobre cuáles están disponibles en el momento.	100	Alta
7	Como usuario quiero acumular puntos en la aplicación para reclamar recompensas futuras.	90	Alta
8	Como usuario, quiero visualizar los puntos que voy acumulando en tiempo real para llevar un control de la distancia que quiero recorrer.	90	Alta

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
9	Como usuario, quiero ver un mapa con GPS para mirar el recorrido mientras acumulo puntos.	90	Media
10	Como usuario quiero canjear los puntos que tengo acumulados para obtener una recompensa en las empresas establecidas.	80	Alta
11	Como usuario, quiero visualizar el total de puntos acumulados y códigos canjeados para llevar un registro.	70	Media
12	Como usuario quiero cerrar sesión para mantener mis datos seguros cuando no esté en el dispositivo.	50	Baja
13	Como usuario, quiero agregar una foto de perfil, para tener una experiencia más amigable en la aplicación.	50	Alta
14	Como usuario quiero que la aplicación me motive a iniciar recorridos o rutas, para hacer más recorridos diarios.	40	Baja
15	Como usuario, quiero una pantalla de inicio intuitiva para ingresar a la aplicación de una manera eficiente.	30	Baja
16	Como usuario, quiero que los puntos que se acumulen no tengan fecha de caducidad para canjearlos en cualquier momento.	20	Baja
17	Como usuario quiero agregar amigos, para interactuar con más personas en la aplicación.	10	Media

#### 2.2.4. Desarrollar los Sprints

Para el desarrollo de la aplicación, se siguieron los lineamientos de Scrum, realizando 6 Sprints. Cada Sprint tuvo una duración de dos semanas.

El Product Goal establecido por el equipo fue: Desarrollar una aplicación móvil que incentive a las personas a utilizar la bicicleta como medio de transporte, mediante la oferta de recompensas canjeables y la creación de rutas con menor impacto ambiental.

Ejecución Sprint 1. Inicio del Sprint 1: con base en las necesidades identificadas y priorizadas, en el Sprint Planning Meeting se seleccionaron las historias de usuario a realizar, las cuales se pueden observar en la Tabla 20.

**Tabla 20.**

*Historias de usuario Sprint 1*

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
1	Como usuario, quiero registrarme en la aplicación <i>EcoBike</i> para empezar a utilizar sus servicios.	100	Alta
2	Como usuario, quiero iniciar sesión en la aplicación <i>EcoBike</i> para acceder a todas las funcionalidades de la aplicación.	100	Alta
3	Como usuario, quiero configurar mi información de perfil en la aplicación <i>EcoBike</i> , para personalizar mi experiencia en la plataforma.	100	Media
4	Como usuario, quiero recuperar mi cuenta para seguir usando la aplicación sin perder los datos.	100	Media

El Sprint Goal establecido fue: crear la sección de registro, recuperación e inicio de sesión, y modificar la información personal.

El criterio de finalización (Definition of Done, DoD) establecido para este Sprint incluyó las siguientes actividades: la especificación de la Historia de Usuario, el diseño de las pruebas unitarias, la creación del Front-end, el diseño de la Base de Datos, el registro de datos reales en la Base de Datos, y la implementación del Back-end.

Desarrollo del Sprint 1: se ejecutaron las tareas establecidas en el DoD para cada una de las historias de usuario seleccionadas en el Sprint Backlog. A continuación, a manera de ejemplo se presentan los resultados para la historia de usuario: “Como usuario quiero registrarme en la aplicación *EcoBike* para empezar a utilizar sus servicios”. Para observar los resultados de manera

completa, se puede consultar el Anexo 6. En la Tabla 21, se puede observar la especificación de la historia de usuario.

**Tabla 21.**

*Artefacto de Especificación historia de usuario*

<b>Historia de Usuario</b>		
<b>Código:</b>	HU-1	
<b>Nombre:</b>	Registrarse en la aplicación <i>EcoBike</i> .	
<b>Actor:</b>	Usuario.	
<b>Descripción:</b>	Como usuario, quiero registrarme en la aplicación <i>EcoBike</i> para empezar a utilizar sus servicios.	
<b>Criterios de aceptación:</b>	<b>CID</b>	<b>Condición</b>
	1	Al hacer clic en el enlace de registro, se debe cargar la página de registro
	2	El usuario debe proporcionar su nombre, dirección de correo electrónico, contraseña y otra información necesaria.
	3	Después de enviar el formulario de registro, el usuario debe recibir una notificación de confirmación en la pantalla.
		<b>Resultado</b>
		Al hacer clic en el enlace de registro, se debe cargar la página de registro
		Los datos del usuario se deben enviar y almacenar en la base de datos.
		El usuario recibirá un mensaje que indica que su registro fue exitoso y se le proporcionarán instrucciones adicionales para empezar a utilizar los servicios de <i>EcoBike</i> .

En la Tabla 22, se puede observar los escenarios elaborados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 22.**

*Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias*

Código HU	No	Descripción	Datos	CID
HU-1	1	Cargar la página de registro	-	1
HU-1	2	Registrar un usuario con datos válidos	Datos de registro	2
HU-1	3	Confirmación de registro exitoso	-	3

En la Tabla 23, se puede apreciar los casos diseñados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 23.**

*Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR*

CPIId	Nombre	Clase	Método	HU	Escenario	Valores de entrada	Resultado esperado
CP-1	testCarga rPaginaR registro	Contr olador Regist ro	cargarPagina Registro	HU-1	1	(Ninguno)	La página de registro se carga correctamente.
CP-2	testRegis troExitos o	Contr olador Regist ro	registrarUsua rio	HU-1	2	Datos de registro	Los datos del usuario se envían y almacenan en la base de datos con éxito.
CP-3	testConfi rmacion Registro	Contr olador Regist ro	mostrarMens ajeConfirmac ion	HU-1	3	(Ninguno)	El usuario recibe un mensaje que indica que su registro fue exitoso y se le

---

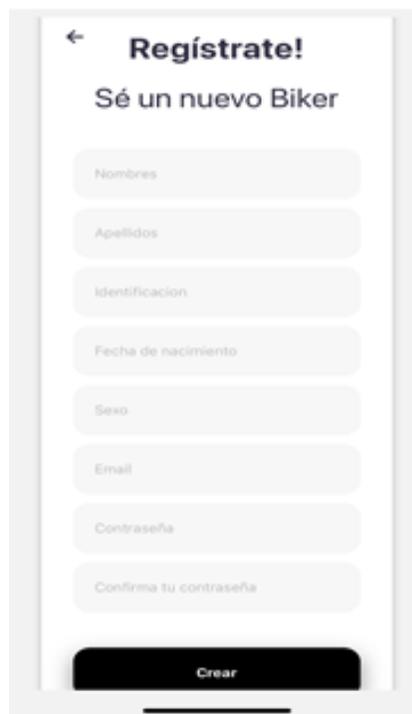
proporcionan  
instrucciones  
adicionales.

---

En la Figura 22, se puede apreciar la interfaz elaborada para la historia de usuario.

**Figura 23.**

*Interfaz de la historia HU-1*

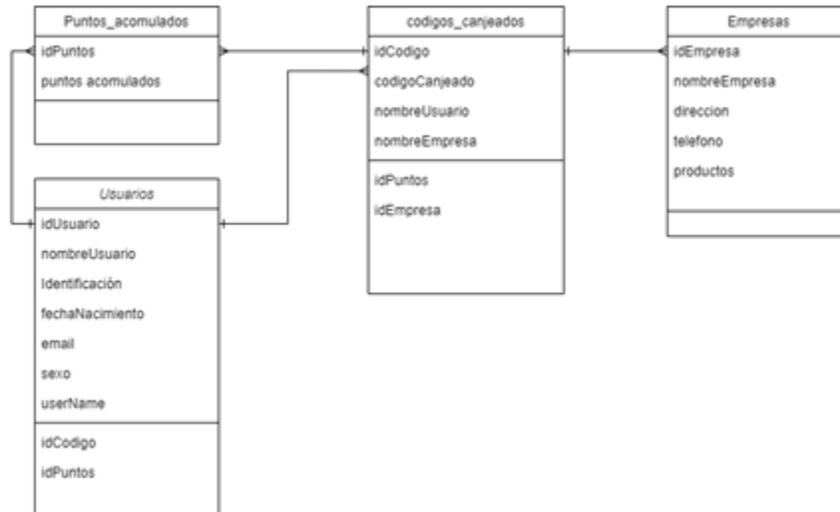


The image shows a mobile application registration screen. At the top left, there is a back arrow icon. The main heading is "Regístrate!" in bold, followed by the subtitle "Sé un nuevo Biker". Below this, there are eight input fields stacked vertically, each with a light gray placeholder text: "Nombres", "Apellidos", "Identificación", "Fecha de nacimiento", "Sexo", "Email", "Contraseña", and "Confirma tu contraseña". At the bottom of the form is a prominent black button with the white text "Crear".

En la Figura 23, se puede apreciar el modelo lógico de la base de datos para la historia de usuario.

**Figura 24.**

*Modelo lógico de datos*



En la Figura 24, se puede apreciar un extracto del registro de un usuario usando el gestor de la base de datos.

**Figura 25.**

*Datos de alimentación base de datos*

usuarios	GBHd9nR9sZeGSmv1U32SWtZJVbF2	+ Agregar campo
	PG6z129Bf2VPntcbZC7m56whfk12	apellidos: "Rodriguez"
	VpY8mot4kBckcsmrzICwUmPULAz2	email: "M@gmail.com"
	dqnJPsJzVTcvGUS1MZRDRxAV23	fechaNacimiento: "05/05/2011"
		identificacion: "1193474817"
		nombres: "mango"
		sexo: "Masculino"
		username: "mango#2297"

Cierre del Sprint 1: de acuerdo con el review del Sprint no se logra llevar al estado Done todas las tareas del DoD. De las 4 historias de usuario planeadas ninguna llega al estado Done por esta razón se decide mantener las historias de usuario para el Sprint 2.

Ejecución *Sprint* 2. Inicio del *Sprint* 2: con base en las necesidades identificadas y priorizadas, en el *Sprint Planning Meeting* se decide retomar las historias de usuario del *Sprint*, las cuales se pueden observar en la Tabla 24.

**Tabla 24.**

*Historias de usuario Sprint 2*

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
1	Como usuario, quiero registrarme en la aplicación <i>EcoBike</i> para empezar a utilizar sus servicios.	100	Alta
2	Como usuario, quiero iniciar sesión en la aplicación <i>EcoBike</i> para acceder a todas las funcionalidades de la aplicación.	100	Alta
3	Como usuario, quiero configurar mi información de perfil en la aplicación <i>EcoBike</i> , para personalizar mi experiencia en la plataforma.	100	Media
4	Como usuario, quiero recuperar mi cuenta para seguir usando la aplicación sin perder los datos.	100	Media

El *Sprint Goal* establecido fue: crear la sección de registro, recuperación e inicio de sesión, y modificar la información personal.

El criterio de finalización (*Definition of Done*, *DoD*) establecido para este *Sprint* incluyó las siguientes actividades: el registro de datos reales en la Base de Datos, y la implementación del *Back-end*, creación de pruebas unitarias.

Desarrollo del *Sprint* 2: se ejecutaron las tareas establecidas en el *DoD* para cada una de las historias de usuario seleccionadas en el *Sprint Backlog*. A continuación, a manera de ejemplo se presentan los resultados para la historia de usuario: “Como usuario quiero registrarme en la aplicación *EcoBike* para empezar a utilizar sus servicios”. Para observar los resultados de manera completa, se puede consultar el Anexo 6.

En la Figura 25, se puede apreciar un extracto del registro de un usuario usando el gestor de la base de datos.

**Figura 26.**

*Datos de alimentación base de datos*

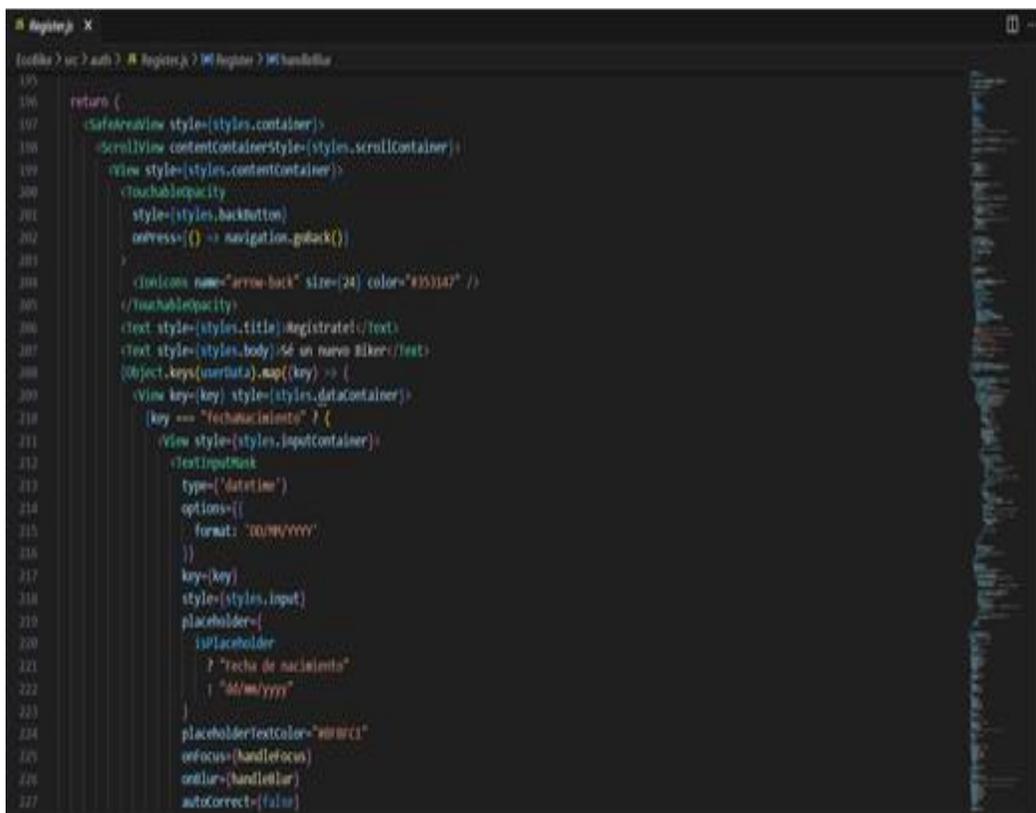


usuarios	GBHd9nR9sZeGSmv1U32SWtZJVbF2	+ Agregar campo
	PG6z129Bf2VPntcbZC7m56whfk12	apellidos: 'Rodriguez'
	VpY8not4kBckcsmrzICwUmPULAz2	email: 'M@gmail.com'
	dqnJPsdJzVTcvGUSiMZRDkRxAV23	fechaNacimiento: '05/05/2011'
		identificacion: '1193474817'
		nombres: 'mango'
		sexo: 'Masculino'
		username: 'mango#2297'

En la Figura 26, se puede contemplar el desarrollo de funcionalidades para el Back-end.

**Figura 27.**

Codificación de método para el registro



```
195
196   return {
197     <SafeAreaView style={styles.container}>
198     <ScrollView contentContainerStyle={styles.scrollContainer}>
199       <View style={styles.contentContainer}>
200         <TouchableWithoutFeedback>
201           <TouchableOpacity style={styles.backButton}>
202             <Text onPress={() => navigation.goBack()}>
203               <Icon name="arrow-back" size={24} color="#333333" />
204             </Text>
205           </TouchableOpacity>
206           <Text style={styles.title}>Registrar</Text>
207           <Text style={styles.body}>¿E un nuevo Biker?</Text>
208           <Object.keys(userData).map((key) => {
209             <View key={key} style={styles.dataContainer}>
210               <Text key={key} style={styles.dataContainer}>
211                 <View style={styles.inputContainer}>
212                   <TextInputMask
213                     type="datetime"
214                     options={{
215                       format: "DD/MM/YYYY"
216                     }}
217                     key={key}
218                     style={styles.input}
219                     placeholder={
220                       <Text>? fecha de nacimiento
221                         <Text> | "DD/MM/YYYY"
222                       </Text>
223                     }
224                     placeholderTextColor="#ccc"
225                     onFocus={handleFocus}
226                     onBlur={handleBlur}
227                     autoComplete="off" />
228                 </View>
229               </View>
230             </Text>
231           })>
232         </View>
233       </ScrollView>
234     </SafeAreaView>
235   }
```

En la Figura 27, se puede visualizar el código para las pruebas unitarias creadas en los casos anteriores.

**Figura 28.**

*Codificación de las pruebas unitarias*

```
Register.test.js U X Register.js
EcoBike > src > auth > Register.test.js > test("Manejo de datos de usuario") callback
1 import React from "react";
2 import { render, fireEvent } from '@testing-library/react-native';
3 import Register from './Register';
4
5 test('La página de registro se carga correctamente', () => {
6   const { getByText } = render(<Register />);
7   expect(getByText('Registrar')).toBeTruthy();
8 });
9
10 test('Manejo de datos de usuario', () => {
11   const { getByPlaceholderText } = render(<Register />);
12   const nombreInput = getByPlaceholderText('Nombres');
13   const apellidoInput = getByPlaceholderText('Apellidos');
14
15   fireEvent.changeText(nombreInput, 'John');
16   fireEvent.changeText(apellidoInput, 'Doe');
17
18   expect(nombreInput.props.value).toBe('John');
19   expect(apellidoInput.props.value).toBe('Doe');
20 });
21
22 test('Generación de nombre de usuario', () => {
23   const username = Register.prototype.generateUsername('John Doe');
24   const regex = /^johndoe\d{4}$/i;
25
26   expect(username).toMatch(regex);
27 });
```

Cierre del Sprint 2: De acuerdo con el review del Sprint se logra llevar al estado Done todas las tareas del DoD. De las 4 historias de usuario planeadas en el Sprint todas llegan a estado Done por esta razón se decide trabajar nuevas historias de usuario para el siguiente Sprint.

Ejecución Sprint 3. Inicio de Sprint 3: Con base en las necesidades identificadas y priorizadas, en el Sprint Planning Meeting se seleccionaron las historias de usuario a realizar, las cuales se pueden observar en la Tabla 25.

**Tabla 25.**

*Especificación de historias de usuario*

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
5	Como usuario quiero marcar un destino por la ruta menos contaminada para prevenir problemas de salud.	100	Alta
6	Como usuario, quiero visualizar las empresas con las que se puede canjear los puntos para estar informado sobre cuáles están disponibles en el momento.	100	Alta
7	Como usuario quiero acumular puntos en la aplicación para reclamar recompensas futuras.	90	Alta
8	Como usuario, quiero visualizar los puntos que voy acumulando en tiempo real para llevar un control de la distancia que quiero recorrer.	90	Media

El Sprint Goal establecido fue: Crear la sección para trazar una ruta menos contaminada y visualización de los recorridos, además que permita revisar todas las empresas donde se puede canjear los puntos obtenidos.

El criterio de finalización (Definition of Done, DoD) establecido para este Sprint incluyó las siguientes actividades: la especificación de la Historia de Usuario, el diseño de las pruebas unitarias, la creación del Front-end, el registro de datos reales en la Base de Datos, y la implementación del Back-end.

Desarrollo del Sprint 3: se ejecutaron las tareas establecidas en el DoD para cada una de las historias de usuario seleccionadas en el Sprint Backlog. A continuación, a manera de ejemplo se presentan los resultados para la historia de usuario: “Como usuario quiero marcar un destino por la ruta menos contaminada para prevenir problemas de salud.”. Para observar los resultados de manera completa, se puede consultar el Anexo 6. En la Tabla 26, se puede observar la especificación de la historia de usuario.

**Tabla 26.**

*Artefacto de Especificación historia de usuario*

<b>Historia de Usuario</b>			
<b>Código:</b>	HU-5		
<b>Nombre:</b>	Marcar un destino por la ruta menos contaminada.		
<b>Actor:</b>	Usuario.		
<b>Descripción:</b>	Como usuario, quiero marcar un destino por la ruta menos contaminada para prevenir problemas de salud.		
<b>Criterios de aceptación:</b>	<b>CID</b>	<b>Condición</b>	<b>Resultado</b>
	1	El usuario debe tener la opción de elegir un destino en el mapa.	El destino se selecciona correctamente.
	2	El sistema debe calcular la ruta más ecológica y mostrarla en el mapa.	Se muestra la ruta menos contaminada.
	3	El usuario debe poder iniciar la navegación siguiendo la ruta menos contaminada.	La navegación se inicia y guía al usuario por la ruta menos contaminada.

En la Tabla 27, se puede observar los escenarios elaborados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 27.**

*Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias*

<b>Código HU</b>	<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Datos</b>	<b>CID</b>
HU-1	1	Calcular y mostrar la ruta menos contaminada	Ruta de viaje	1
HU-1	2	Iniciar el proceso de recuperación de cuenta	-	2

En la Tabla 28, se puede apreciar los casos diseñados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 28.**

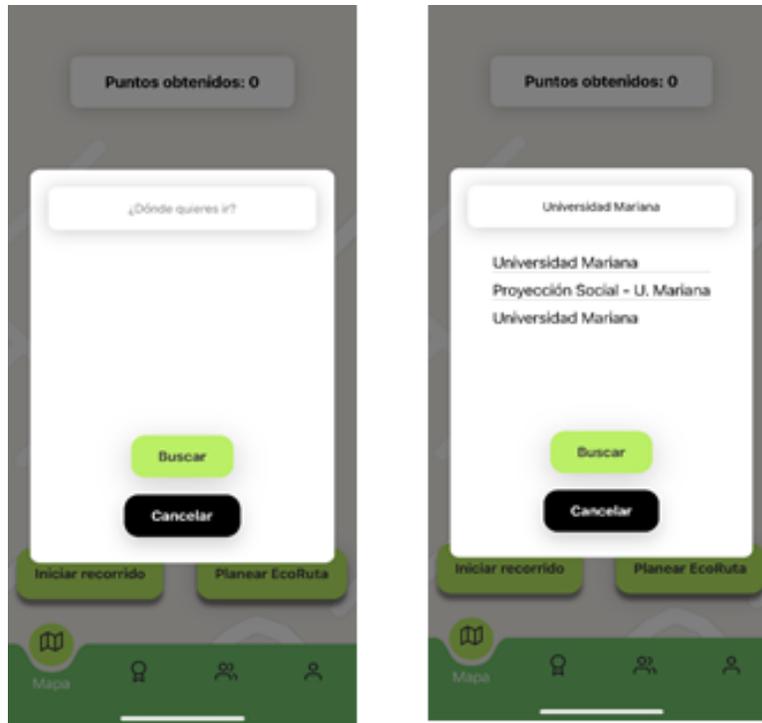
*Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR*

<b>CPIId</b>	<b>Nombre</b>	<b>Clase</b>	<b>Método</b>	<b>HU</b>	<b>Escena</b>	<b>Valores de entrada</b>	<b>Resultado esperado</b>
<b>CP-1</b>	testCalcularMostrarRutaMenosContaminada	ControladorNavegacion	calcularMostrarRutaMenosContaminada	HU-5	1	Ruta de viaje	El sistema calcula y muestra la ruta menos contaminada en el mapa.
<b>CP-2</b>	testIniciarProcesoRecuperacionCuenta	ControladorNavegacion	iniciarNavegacionRutaMenosContaminada	HU-5	2	(Ninguno)	La navegación se inicia y guía al usuario por la ruta menos contaminada.

En la Figura 28, se puede contemplar la interfaz elaborada para la historia de usuario.

**Figura 29.**

*Interfaz de la historia HU-5*



Cierre del Sprint 3: De acuerdo con el review del Sprint no se logra llevar al estado Done todas las tareas del DoD. De las 4 historias de usuario planeadas ninguna llega al estado Done por esta razón se decide mantener las historias de usuario para el Sprint 4.

Ejecución Sprint 4. Inicio de Sprint 4: Con base en las necesidades identificadas y priorizadas, en el Sprint Planning Meeting se seleccionaron las historias de usuario a realizar, las cuales se pueden observar en la Tabla 29.

**Tabla 29.**

*Especificación historias de usuario*

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
5	Como usuario quiero marcar un destino por la ruta menos contaminada para prevenir problemas de salud.	100	Alta
6	Como usuario, quiero visualizar las empresas con las que se puede canjear los puntos para estar informado sobre cuáles están disponibles en el momento.	100	Alta
7	Como usuario quiero acumular puntos en la aplicación para reclamar recompensas futuras.	90	Alta
8	Como usuario, quiero visualizar los puntos que voy acumulando en tiempo real para llevar un control de la distancia que quiero recorrer.	90	Media

El Sprint Goal establecido fue: Crear la sección para trazar una ruta menos contaminada y visualización de los recorridos, además que permita revisar todas las empresas donde se puede canjear los puntos obtenidos.

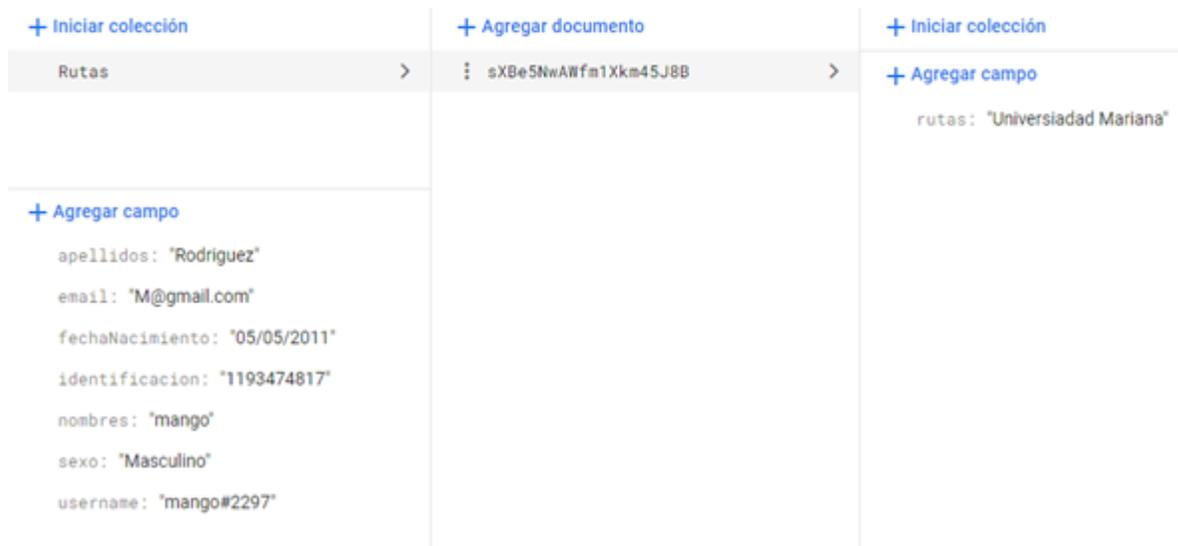
El criterio de finalización (Definition of Done, DoD) establecido para este Sprint incluyó las siguientes actividades: el registro de datos reales en la Base de Datos, y la implementación del Back-end, creación de pruebas unitarias.

Desarrollo del Sprint 4: se ejecutaron las tareas establecidas en el DoD para cada una de las historias de usuario seleccionadas en el Sprint Backlog. A continuación, a manera de ejemplo se presentan los resultados para la historia de usuario: “Como usuario quiero marcar un destino por la ruta menos contaminada para prevenir problemas de salud.”. Para observar los resultados de manera completa, se puede consultar el Anexo 6.

En la Figura 29, se puede apreciar un extracto de una ruta usando el gestor de la base de datos.

**Figura 30.**

*Registro de rutas*



En la Figura 30, se puede contemplar la importación del API de mapas para el Back-end.

**Figura 31.**

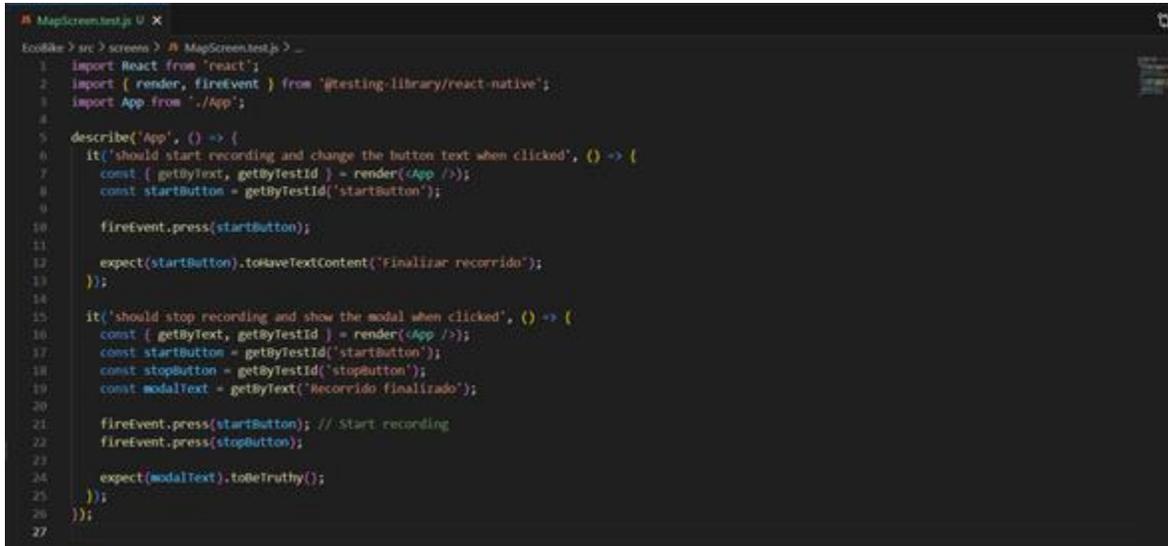
*Codificación de rutas Back-end*

```
MapScreen.js X
EcoBike > src > screens > JS MapScreen.js > App
316 console.log("Points updated in the database");
317 } catch (error) {
318   console.error("Error updating points in the database:", error);
319 }
320 };
321
322 const searchlocation = async () => {
323   try {
324     const apiKey = API_KEY; // Use your API key here
325     const response = await fetch(
326       "https://maps.googleapis.com/maps/api/place/textsearch/json?query=${searchText}&key=
327     );
328     const data = await response.json();
329     setSearchResults(data.results);
330   } catch (error) {
331     console.error("Error searching location:", error);
332   }
333 };
334
335 const selectlocation = async (selectedLocation) => {
336   try {
337     const apiKey = API_KEY; // Use your API key here
338     const response = await fetch(
339       "https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=${location.coords.lat}
340     );
341
342     const data = await response.json();
343
344     if (data.status === 'OK' && data.routes.length > 0) {
345       // Find the desired route, e.g., the first available route
346       const selectedRoute = data.routes[0];
347     }
348   }
349 };
```

En la Figura 31, se puede visualizar el código para las pruebas unitarias creadas en los casos anteriores.

### Figura 32.

*Codificación de pruebas para las rutas*



```
MapScreen.test.js
EcoBike > src > screens > MapScreen.test.js > ...
1 import React from 'react';
2 import { render, fireEvent } from '@testing-library/react-native';
3 import App from './App';
4
5 describe('App', () => {
6   it('should start recording and change the button text when clicked', () => {
7     const { getByText, getByTestId } = render(<App />);
8     const startButton = getByTestId('startButton');
9
10    fireEvent.press(startButton);
11
12    expect(startButton).toHaveTextContent('Finalizar recorrido');
13  });
14
15   it('should stop recording and show the modal when clicked', () => {
16     const { getByText, getByTestId } = render(<App />);
17     const startButton = getByTestId('startButton');
18     const stopButton = getByTestId('stopButton');
19     const modalText = getByText('Recorrido finalizado');
20
21     fireEvent.press(startButton); // Start recording
22     fireEvent.press(stopButton);
23
24     expect(modalText).toBeTruhy();
25   });
26 });
27
```

Cierre del Sprint 4: De acuerdo con el review del Sprint se logra llevar al estado Done todas las tareas del DoD. De las 4 historias de usuario planeadas en el Sprint 3 todas llegan a estado Done por esta razón se decide trabajar nuevas historias de usuario para el siguiente Sprint.

Ejecución Sprint 5. Inicio de Sprint 5: Con base en las necesidades identificadas y priorizadas, en el Sprint Planning Meeting se seleccionaron las historias de usuario a realizar, las cuales se pueden observar en la Tabla 30.

**Tabla 30.**

*Especificación historias de usuario*

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
9	Como usuario, quiero ver un mapa con GPS para mirar el recorrido mientras acumulo puntos.	90	Media
10	Como usuario quiero canjear los puntos que tengo acumulados para obtener una recompensa en las empresas establecidas.	80	Alta
11	Como usuario, quiero visualizar el total de puntos acumulados y códigos canjeados para llevar un registro.	70	Media
12	Como usuario quiero cerrar sesión para mantener mis datos seguros cuando no esté en el dispositivo.	50	Baja
13	Como usuario, quiero agregar una foto de perfil, para tener una experiencia más amigable en la aplicación.	50	Alta

El Sprint Goal establecido fue: Crear la sección para visualizar recorridos, realizar el canje de puntos, administrar los puntos acumulados, cerrar sección, y agregar foto de perfil.

El criterio de finalización (Definition of Done, DoD) establecido para este Sprint incluyó las siguientes actividades: la especificación de la Historia de Usuario, el diseño de las pruebas unitarias, la creación de la Interfaz, la alimentación de la Base de Datos con datos reales, la implementación del Back-end y la creación de pruebas unitarias.

Desarrollo del Sprint 5: se ejecutaron las tareas establecidas en el DoD para cada una de las historias de usuario seleccionadas en el Sprint Backlog. A continuación, a manera de ejemplo se presentan los resultados para la historia de usuario: “Como usuario, quiero ver un mapa con GPS para mirar el recorrido mientras acumulo puntos”. Para observar los resultados de manera completa, se puede consultar el Anexo 6. En la Tabla 31, se puede observar la especificación de la historia de usuario.

**Tabla 31.**

*Artefacto de Especificación historia de usuario*

<b>Historia de Usuario</b>			
<b>Código:</b>	HU-1		
<b>Nombre:</b>	Ver un mapa con GPS para mirar el recorrido cuando acumulo puntos.		
<b>Actor:</b>	Usuario.		
<b>Descripción:</b>	Como usuario, quiero ver un mapa con GPS para observar el recorrido que he realizado mientras acumulo puntos, lo que me permitirá llevar un control de mis actividades y distancias recorridas.		
<b>Criterios de aceptación:</b>	<b>CID</b>	<b>Condición</b>	<b>Resultado</b>
	1	Debe haber una opción o pantalla en la aplicación que ofrezca acceso a un mapa con GPS.	El usuario puede acceder al mapa con GPS.
	2	El mapa debe mostrar el recorrido actualizado a medida que el usuario realiza actividades y acumula puntos.	El usuario puede ver su recorrido en tiempo real.

En la Tabla 32, se puede observar los escenarios elaborados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 32.**

*Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias*

<b>Código</b>	<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Datos</b>	<b>CID</b>
HU				
HU-1	1	Acceder al mapa con GPS	<i>ApiKey Google maps</i>	1

<b>HU-1</b>	2	Visualización del recorrido acumulado en tiempo real	Distancia y ubicación	2
-------------	---	--	-----------------------	---

En la Tabla 33, se puede apreciar los casos diseñados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 33.**

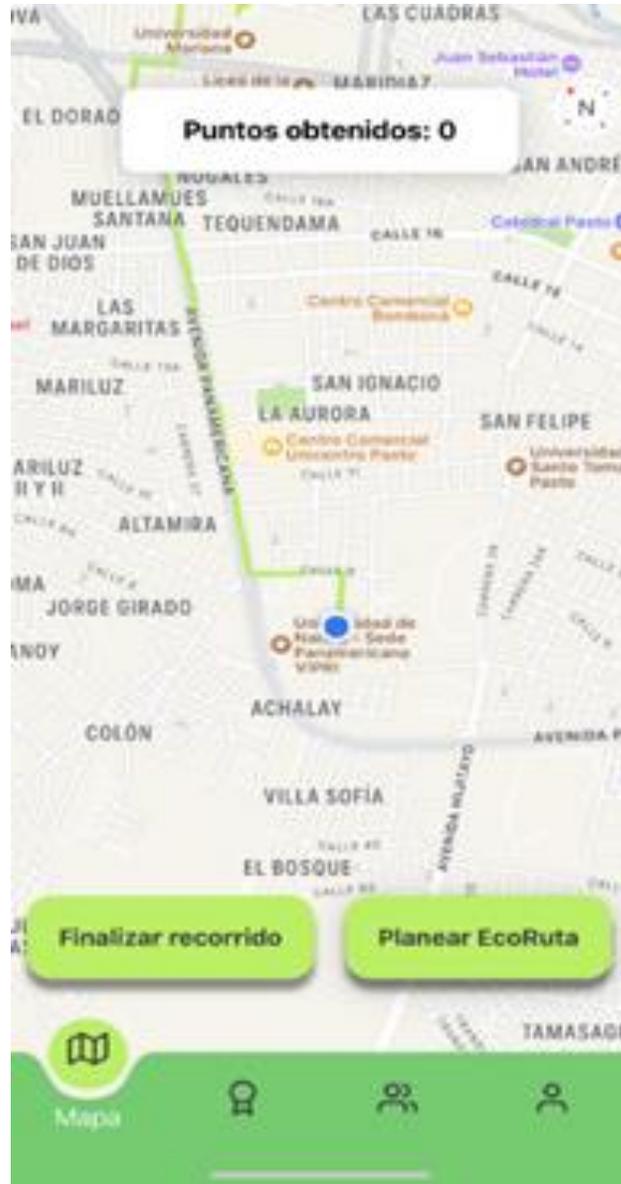
*Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR*

<b>CPIId</b>	<b>Nombre</b>	<b>Clase</b>	<b>Método</b>	<b>HU</b>	<b>Escenario</b>	<b>Valores de entrada</b>	<b>Resultado esperado</b>
<b>CP-1</b>	testAccederMapaGPS	ControladorMapa	visualizarRecorridoTiempoReal	HU-1	1	ApiKey Google maps	El usuario puede acceder al mapa con GPS en la aplicación.
<b>CP-2</b>	testVisualizarRecorridoTiempoReal	ControladorMapa	visualizarRecorridoTiempoReal	HU-1	2	Distancia y ubicación	El mapa muestra el recorrido acumulado en tiempo real a medida que el usuario realiza actividades.

En la Figura 32, se puede observar la interfaz elaborada para la historia de usuario.

**Figura 33.**

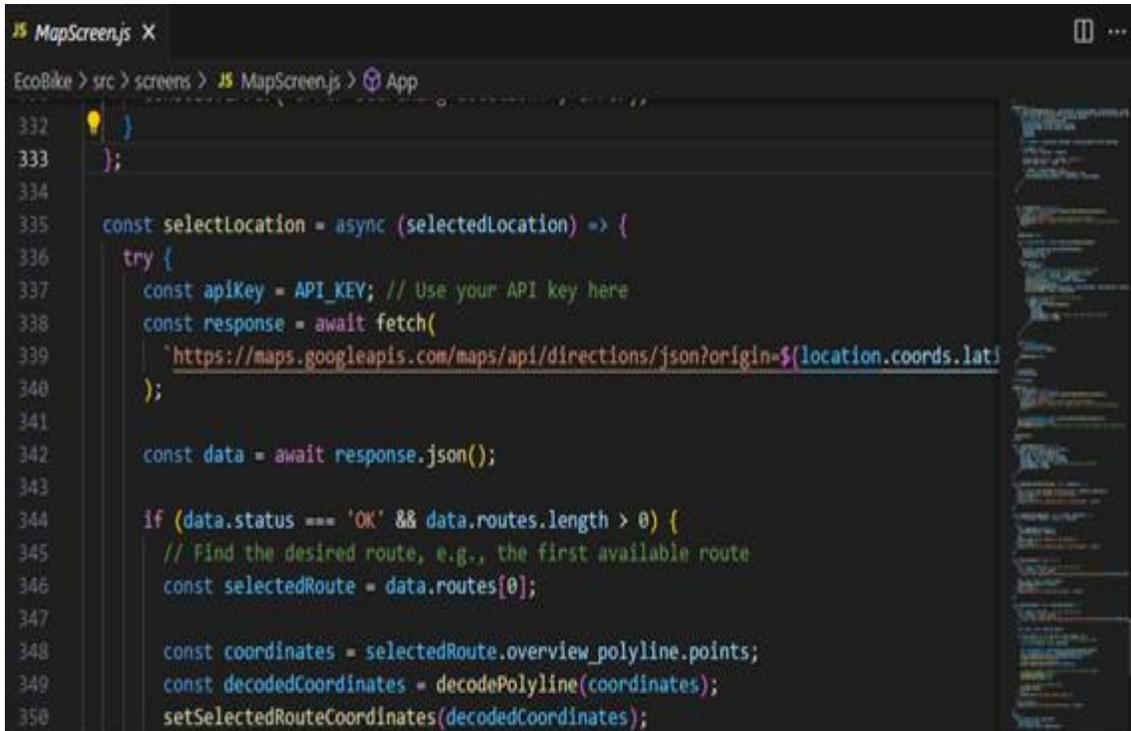
*Interfaz de la historia HU-1*



En la Figura 33, se puede ver el desarrollo de modificación de datos para el *Back-end*.

**Figura 34.**

*Codificación Back-end uso de API para mapeo*



```
332 }
333 };
334
335 const selectLocation = async (selectedLocation) => {
336   try {
337     const apiKey = API_KEY; // Use your API key here
338     const response = await fetch(
339       `https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=${location.coords.lat}
340     );
341
342     const data = await response.json();
343
344     if (data.status === 'OK' && data.routes.length > 0) {
345       // Find the desired route, e.g., the first available route
346       const selectedRoute = data.routes[0];
347
348       const coordinates = selectedRoute.overview_polyline.points;
349       const decodedCoordinates = decodePolyline(coordinates);
350       setSelectedRouteCoordinates(decodedCoordinates);
```

En la Figura 34, se puede visualizar el código para las pruebas unitarias creadas en los casos anteriores.

**Figura 35.**

*Codificación pruebas unitarias para control de mapa*

```
MapScreen.test.js X
EcoLike > src > screens > MapScreen.test.js > ...
28 import { render, fireEvent } from '@testing-library/react-native';
29 import ControladorMapa from './ControladorMapa'; // Asegurate de importar el controlador de mapa desde tu código
30
31 describe('Pruebas para Acceder al Mapa con GPS', () => {
32   it('El usuario puede acceder al mapa con GPS en la aplicación', () => {
33     const controlador = new ControladorMapa(); // Crea una instancia del controlador de mapa (ajusta esto a tu implementación)
34     const apiKey = 'tu_clave_de_API_de_google_maps'; // Sustituye 'tu_clave_de_API_de_google_maps' por tu clave de API real
35
36     // Realiza la prueba para acceder al mapa con GPS
37     const resultado = controlador.accederMapaGPS(apiKey);
38
39     // Comprueba que el resultado sea verdadero, lo que indica que el acceso fue exitoso
40     expect(resultado).toBe(true);
41   });
42 });
43
44 describe('Pruebas para Visualizar el Recorrido en Tiempo Real', () => {
45   it('El mapa muestra el recorrido acumulado en tiempo real a medida que el usuario realiza actividades', () => {
46     const controlador = new ControladorMapa(); // Crea una instancia del controlador de mapa (ajusta esto a tu implementación)
47
48     // Simula la distancia recorrida y la ubicación en tiempo real
49     const distanciaRecorrida = 10; // Supongamos que el usuario ha recorrido 10 km
50     const ubicacionActual = { latitud: 40.7128, longitud: -74.0060 }; // Supongamos una ubicación en Nueva York
51
52     // Realiza la prueba para visualizar el recorrido acumulado en tiempo real
53     const resultado = controlador.visualizarRecorridoTiempoReal(distanciaRecorrida, ubicacionActual);
54
55     // Comprueba que el resultado sea verdadero, lo que indica que el recorrido se muestra correctamente
56     expect(resultado).toBe(true);
57   });
58 });
59
```

Cierre del Sprint 5: De acuerdo con el review del Sprint se continuar con el siguiente Sprint. En relación con el DoD establecido, en el Sprint se logró completar las historias de usuario en un 100%. Se da por actualizado el Sprint 5 al estado Done.

Ejecución Sprint 6. Inicio de Sprint 6: Con base en las necesidades identificadas y priorizadas, en el Sprint Planning Meeting se seleccionaron las historias de usuario a realizar, las cuales se pueden observar en la Tabla 34.

**Tabla 34.**

*Especificación historias de usuario*

No.	Historia de Usuario	Prioridad	Complejidad
14	Como usuario quiero que la aplicación me motive a iniciar recorridos o rutas, para hacer más recorridos diarios.	90	Baja
15	Como usuario quiero una pantalla de inicio para ingresar a la aplicación de una manera eficiente.	80	Baja
16	Como usuario quiero que los puntos que se acumulen no tengan fecha de caducidad para canjearlos en cualquier momento	70	Baja
17	Como usuario quiero agregar amigos para interactuar con más personas en la aplicación.	50	Media

El Sprint Goal establecido fue: Crear recorridos o rutas, pantalla de inicio o bienvenida a la aplicación, creación de puntos sin fecha límite, agregar amigos.

El criterio de finalización (Definition of Done, DoD) establecido para este Sprint incluyó las siguientes actividades: la especificación de la Historia de Usuario, la creación de la interfaz inicio, la alimentación de la base de datos con datos reales, la implementación del Back-end y creación de pruebas unitarias.

Desarrollo del Sprint 6: se ejecutaron las tareas establecidas en el DoD para cada una de las historias de usuario seleccionadas en el Sprint Backlog. A continuación, a manera de ejemplo se presentan los resultados para la historia de usuario: “Como usuario quiero agregar amigos para interactuar con más personas en la aplicación”. Para observar los resultados de manera completa, se puede consultar el Anexo 6. En la Tabla 35, se puede observar la especificación de la historia de usuario.

**Tabla 35.**

*Artefacto de Especificación historia de usuario*

<b>Historia de Usuario</b>			
<b>Código:</b>	HU-4		
<b>Nombre:</b>	Agregar amigos		
<b>Actor:</b>	Usuario.		
<b>Descripción:</b>	Como usuario quiero agregar amigos para interactuar con más personas en la aplicación.		
<b>Criterios de aceptación:</b>	<b>CID</b>	<b>Condición</b>	<b>Resultado</b>
	1	El usuario debe dirigirse a la parte de amigos	Pantalla de buscar amigos
	2	Debe poner el nombre de usuario del amigo que desea agregar y darle en el botón de buscar usuario	Al usuario le debe aparecer en pantalla el amigo para agregarlo

En la Tabla 36, se puede observar los escenarios elaborados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 36.**

*Artefacto para la identificación de escenarios de pruebas unitarias*

<b>Código HU</b>	<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Datos</b>	<b>CID</b>
HU-1	1	Ingresar nombre de usuario válidos	Datos de prueba válidos	1
HU-1	2	Confirmar solicitud de amistad	Datos de prueba válidos	2

En la Tabla 37, se puede apreciar los casos diseñados para el desarrollo de las pruebas unitarias.

**Tabla 37.**

*Artefacto para especificar un caso de prueba – CPR*

CPIId	Nombre	Clase	Método	HU	Escenario	Valores de entrada	Resultado esperado
CP-2	testUsuarioValido	ControladorRegistro	Validación	HU-1	1	Datos de prueba válidos	El usuario debe encontrar al amigo que desea agregar.
CP-3	testConfirmacionAmistad	ControladorRegistro	aceptarAmigo	HU-1	2	Datos de prueba válidos	El usuario recibe un mensaje que indica que agrego nuevo amigo.

En la Figura 35, se puede contemplar la interfaz elaborada para la historia de usuario.

**Figura 36.**

*Interfaz de la historia HU-4*



En la Figura 36, se puede apreciar un extracto de la modificación de datos de un usuario usando el gestor de la base de datos.

**Figura 37.**

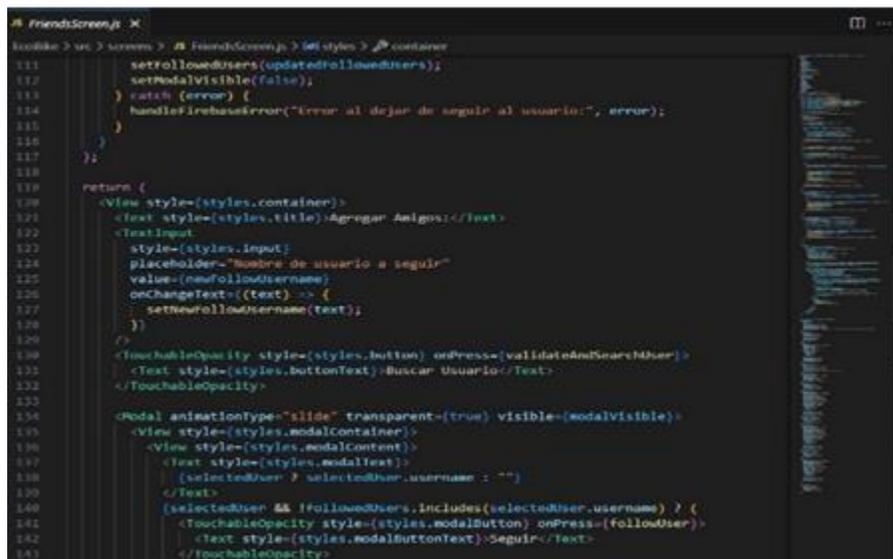
*Extracción base de datos amigos*



En la Figura 37, se puede contemplar el desarrollo de modificación de datos para el Back-end.

**Figura 38.**

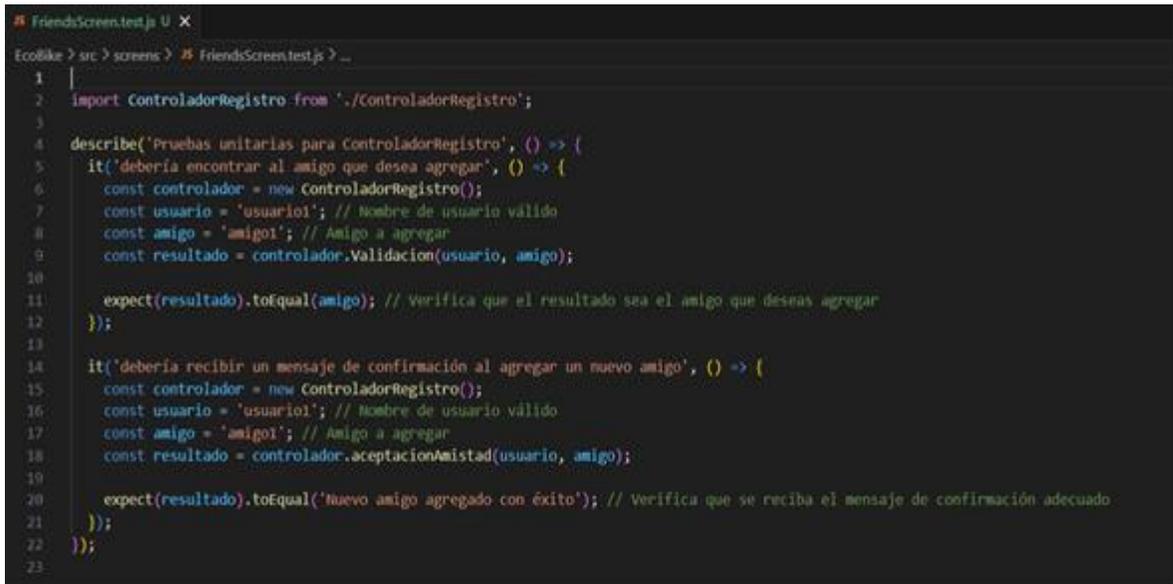
*Codificación de Back-end para agregar amigos*



En la Figura 38 se evidencia la creación de pruebas unitarias

**Figura 39.**

*Codificación de pruebas unitarias para agregar a amigos*



```
1 |
2 | import ControladorRegistro from './ControladorRegistro';
3 |
4 | describe('Pruebas unitarias para ControladorRegistro', () => {
5 |   it('debería encontrar al amigo que desea agregar', () => {
6 |     const controlador = new ControladorRegistro();
7 |     const usuario = 'usuario1'; // Nombre de usuario válido
8 |     const amigo = 'amigo1'; // Amigo a agregar
9 |     const resultado = controlador.validacion(usuario, amigo);
10 |
11 |     expect(resultado).toEqual(amigo); // Verifica que el resultado sea el amigo que deseas agregar
12 |   });
13 |
14 |   it('debería recibir un mensaje de confirmación al agregar un nuevo amigo', () => {
15 |     const controlador = new ControladorRegistro();
16 |     const usuario = 'usuario1'; // Nombre de usuario válido
17 |     const amigo = 'amigo1'; // Amigo a agregar
18 |     const resultado = controlador.aceptacionAmistad(usuario, amigo);
19 |
20 |     expect(resultado).toEqual('nuevo amigo agregado con éxito'); // Verifica que se reciba el mensaje de confirmación adecuado
21 |   });
22 | });
23 |
```

Cierre del Sprint 6: De acuerdo con el review del Sprint, se da por finalizado. En relación con el DoD establecido, en el Sprint se logró completar las historias de usuario en un 100%. Se deja la posibilidad abierta para plantear más Sprints que agreguen nuevas funcionalidades.

Consideraciones sobre el método de desarrollo de la aplicación. Tras haber establecido los elementos de la estrategia, identificar las necesidades de los stakeholders, priorizar necesidades y desarrollar los Sprint satisfactoriamente, se concluye que el uso de metodologías ágiles en el desarrollo de la aplicación EcoBike fue efectivo y llevó al éxito en la creación de una aplicación orientada a promover el uso de la bicicleta como medio de transporte. Dicha aplicación estuvo sujeta a una evaluación, cuyo proceso se describe en la siguiente sección, en orden de cumplir con el tercer objetivo del proyecto.

### 2.3. Objetivo 3: Evaluación de usabilidad de la aplicación *EcoBike*

Esta sección detalla el proceso de evaluación de la usabilidad de la aplicación EcoBike, diseñada para fomentar el uso de la bicicleta como un medio de transporte sostenible en la ciudad de San Juan de Pasto, con el propósito de reducir la contaminación del aire. Las acciones ejecutadas se presentan en la Figura 39.

#### Figura 40.

*Fases evaluación de usabilidad*



#### 2.3.1. Identificar referente teórico para evaluación de usabilidad

Como referente teórico para la evaluación de usabilidad de la aplicación móvil se empleó el System Usability Scale (SUS) desarrollado por Bangor et al. (2008). Es una herramienta diseñada para medir la usabilidad de sistemas, productos o servicios en el contexto de la experiencia del usuario. Su propósito es ofrecer una forma estandarizada y eficaz de evaluar la facilidad de uso y la comprensión de un sistema, así como recopilar las percepciones del usuario en cuanto a la experiencia general.

El sistema SUS se basa en tres elementos fundamentales que se detallan en la Tabla 38:

**Tabla 38.**

*Evaluación de usabilidad*

<b>Efectividad</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Satisfacción</b>
¿El usuario logró exitosamente sus objetivos?	¿Cuánto esfuerzo se requiere para lograr estos objetivos?	¿Están satisfechos los usuarios?

En relación con el Sistema de Evaluación de Usabilidad (*SUS*), *este consta de un conjunto de 10 enunciados los cuales los usuarios deben valorar utilizando una escala tipo Likert de 5 opciones. Estas afirmaciones abarcan diversos aspectos que influyen en la usabilidad y la experiencia del usuario, y se fundamentan en investigaciones previas, particularmente en el trabajo realizado por Bangor et al. (2008). En la Tabla 39, se presentan en detalle estos enunciados, lo que proporciona una comprensión más clara de los elementos evaluados y su importancia en la medición de la usabilidad.*

**Tabla 39.**

*Enunciados para evaluar la usabilidad*

<b>No.</b>	<b>Enunciado</b>
1	I think that I would like to use this product frequently
2	I found the product unnecessarily complex
3	I thought the product was easy to use
4	I think that I would need the support of a technical person to be able to use this product
5	I found that the various functions in this product were well integrated
6	I thought that there was too much inconsistency in this product
7	I would imagine that most people would learn to use this product very quickly
8	I found the product very awkward to use
9	I felt very confident using the product
10	I needed to learn a lot of things before I could get going with this product

Es importante destacar que, de los 10 enunciados sujetos a evaluación, los impares abordan aspectos positivos, mientras que los enunciados pares se centran en aspectos por mejorar. Cada declaración recibe una calificación en una escala tipo Likert que va desde 1 hasta 5, como se representa en la Tabla 40.

**Tabla 40.**

*Escala tipo Likert*

<b>Juicio de valor</b>	<b>Calificación</b>
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Neutro	3
De Acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

De acuerdo con Bangor et al. (2008), al final del proceso, se obtiene una puntuación que oscila entre 0 y 100. El proceso de cálculo se ejecuta de la siguiente manera:

Restar 1 a cada calificación de los enunciados impares.

Restar 5 a cada calificación de los enunciados pares.

Sumar los puntajes resultantes de los pasos anteriores.

Multiplicar resultado anterior por 2.5.

De ese modo, una puntuación elevada denota una percepción positiva de la usabilidad, lo que implica que los usuarios pueden utilizar el producto de manera efectiva, eficiente y satisfactoria, y experimentan una impresión general de calidad. En contraste, una puntuación baja señala áreas que requieren mejoras, ya que indican la presencia de obstáculos en la interacción con la aplicación, lo que, a su vez, resultará en una experiencia insatisfactoria para los usuarios. En resumen, la

evaluación realizada mediante el SUS de Bangor et al. (2008) constituye una herramienta crucial para arrojar luz sobre el tipo de experiencia que experimentan los usuarios al utilizar la aplicación móvil.

### **2.3.2. Elaborar instrumento de evaluación**

Para elaborar el instrumento de evaluación se tradujo los enunciados del cuestionario SUS de inglés a español, tal como se puede observar en la Tabla 41.

**Tabla 41.**

*Traducción de enunciados SUS*

<b>No.</b>	<b>Enunciado Original (inglés) tomado de (Bangor et al., 2008)</b>	<b>Traducción de enunciado a español</b>
1.	I think that I would like to use this product frequently	Creo que me gustaría utilizar este producto con frecuencia.
2.	I found the product unnecessarily complex	Encontré el producto innecesariamente complejo.
3.	I thought the product was easy to use	Pensé que el producto era fácil de usar.
4.	I think that I would need the support of a technical person to be able to use this product	Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder utilizar este producto.
5.	I found that the various functions in this product were well integrated	Descubrí que las diversas funciones de este producto estaban bien integradas
6.	I thought that there was too much inconsistency in this product	Pensé que había demasiadas inconsistencias en este producto.
7.	I would imagine that most people would learn to use this product very quickly	Me imagino que la mayoría de las personas aprendería a utilizar este producto muy rápidamente.
8.	I found the product very awkward to use	Encontré el producto muy incómodo de usar.

No.	Enunciado Original (inglés) tomado de (Bangor et al., 2008)	Traducción de enunciado a español
9.	I felt very confident using the product	Me sentí muy capaz usando el producto.
10.	I needed to learn a lot of things before I could get going with this product	Necesité aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar este producto.

Por otro lado, las respuestas para cada enunciado están determinadas por una escala tipo Likert, a saber:

Totalmente en desacuerdo.

En desacuerdo.

Neutro.

De acuerdo.

Totalmente de acuerdo.

Finalmente, para facilitar la aplicación del instrumento de evaluación, se creó un formulario en *Google Forms* el cual se puede consultar en el Anexo 7.

### ***2.3.3. Aplicar instrumento de evaluación***

El sistema se aplicó a una muestra de 63 personas que residen en la ciudad de Pasto y que además cuentan con dispositivos móviles con sistema operativo Android y bicicleta.

### ***2.3.4. Análisis de resultados***

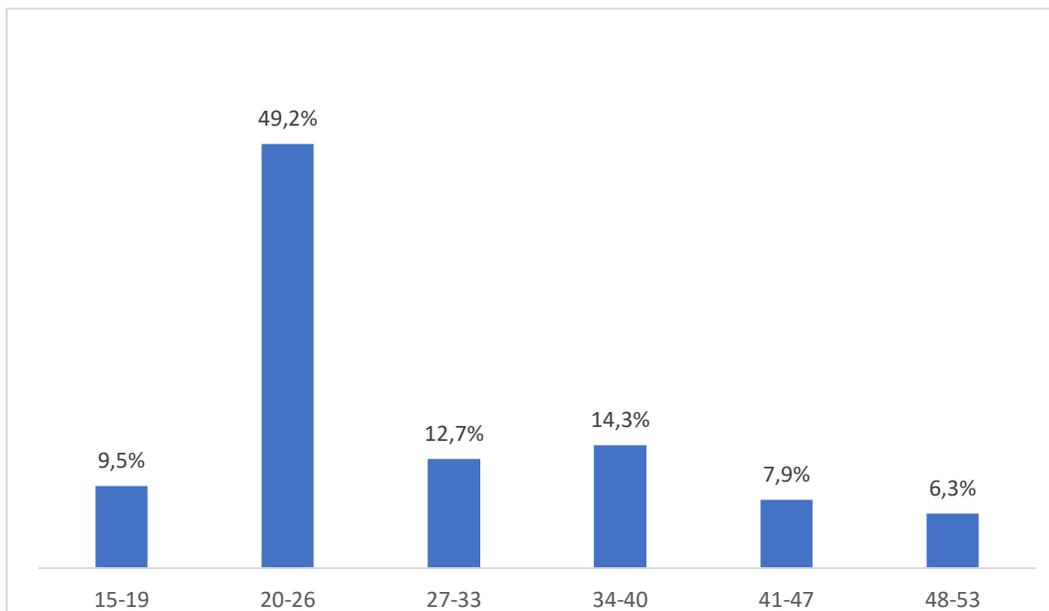
En esta sección, se llevará a cabo un análisis de las respuestas a cada enunciado formulado a los usuarios después de haber utilizado la aplicación EcoBike. El objetivo es evaluar la usabilidad de

la aplicación e identificar posibles áreas de mejora. Se explorarán en profundidad las respuestas y los descubrimientos con el fin de ofrecer una comprensión completa de la percepción y la experiencia de los usuarios con la aplicación.

La Figura 40 muestra la distribución de edades en la población encuestada. Un 49,2% se encuentra en el rango de 20 a 26 años, seguido por el grupo de personas con edades de 34 a 40 años, que representa un 14,3% de la población.

**Figura 41.**

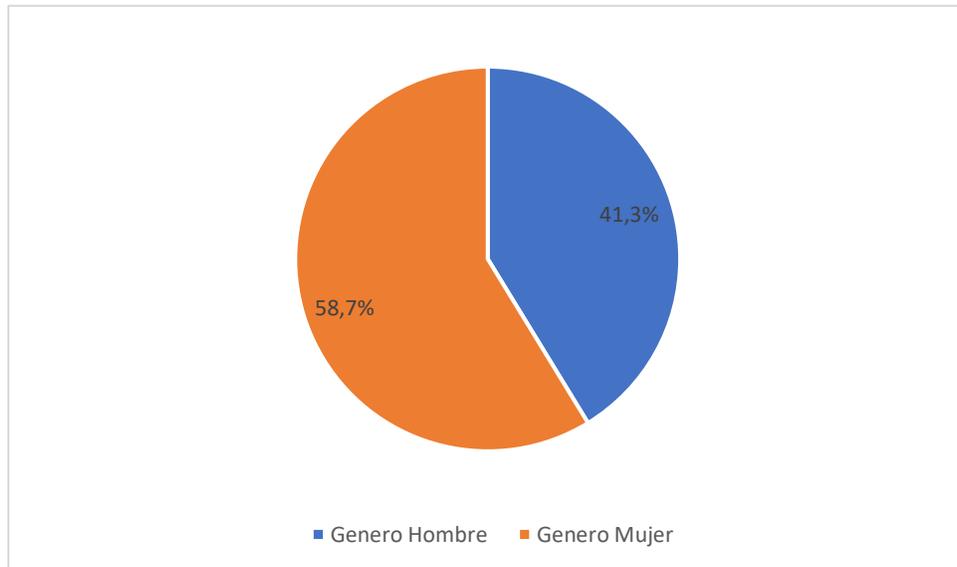
*Representación de las edades*



La distribución de género entre los participantes de la encuesta se compone principalmente de mujeres, representando el 58.7% del total de encuestados, como se observa en la Figura 41.

**Figura 42.**

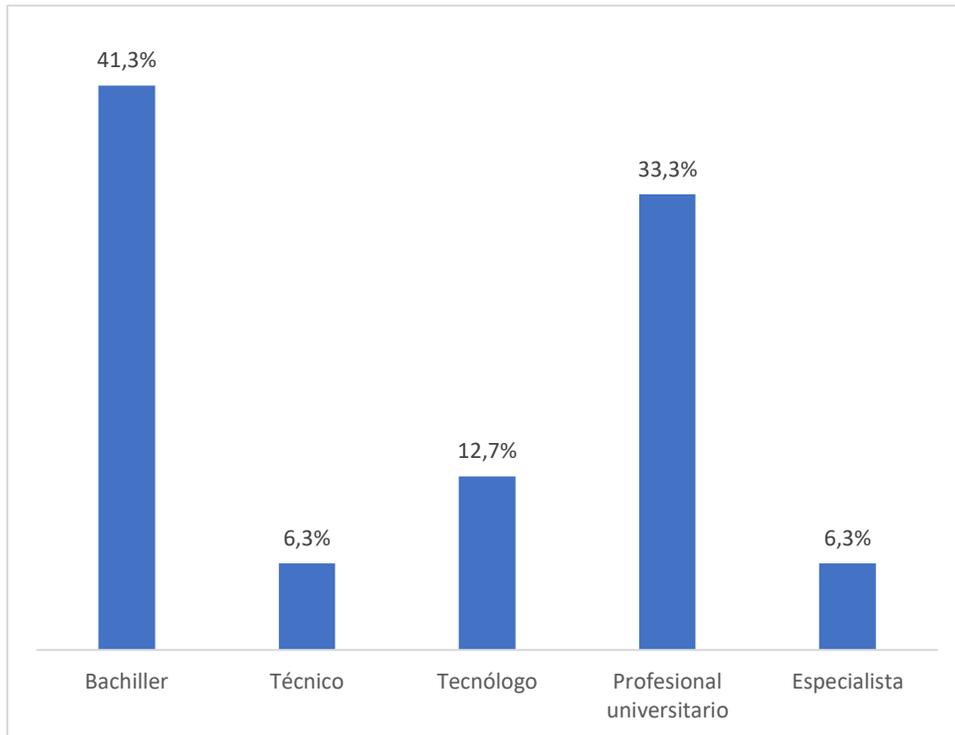
*Representación Gráfica del Género*



En la Figura 42 se representan los resultados obtenidos sobre el nivel educativo de los participantes. Se destaca que la categoría "Bachiller" es la más alta con un 41.3%. Asimismo, se evidencia la significativa representación de niveles educativos como "Profesional universitario" (33.3%) y "Tecnólogo" (12.7%). Esta diversidad en los perfiles educativos en la muestra refleja potencial variedad de perspectivas y experiencias de los usuarios al emplear la aplicación EcoBike.

**Figura 43.**

*Representación del Nivel de Estudios Máximos Alcanzados*



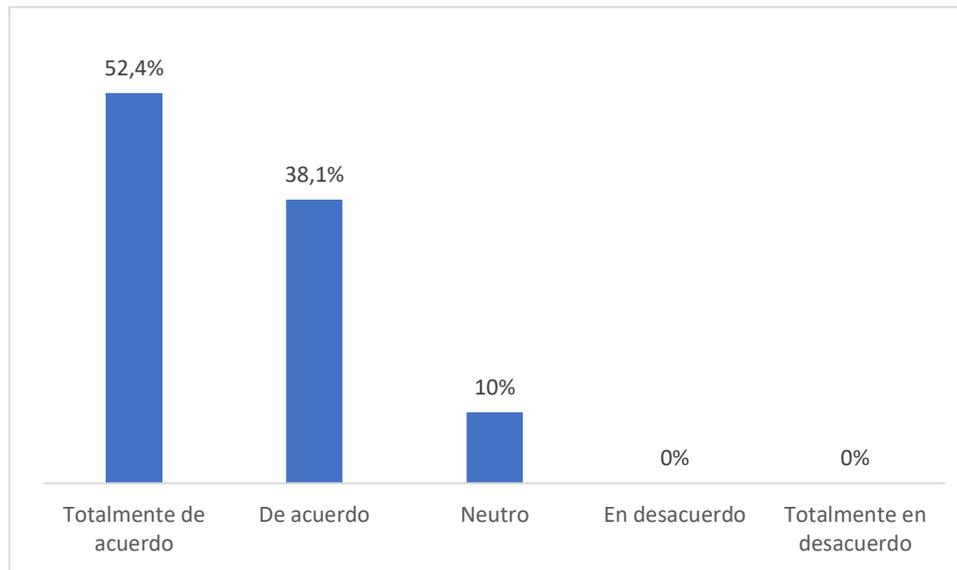
Valoración de usabilidad. En esta sección, se llevará a cabo un análisis de las respuestas a cada enunciado formulado a los usuarios después de haber utilizado la aplicación EcoBike. El objetivo es evaluar la usabilidad de la aplicación e identificar posibles áreas de mejora. Se explorarán en profundidad las respuestas y los descubrimientos con el fin de ofrecer una comprensión completa de la percepción y la experiencia de los usuarios con la aplicación.

Al indagar a la población objeto de estudio sobre el uso frecuente de la aplicación EcoBike (Ver Figura 43) se observa en primer lugar que, un 52.4% de los encuestados están "Totalmente de acuerdo" en que les gustaría utilizar el producto con frecuencia, señalando una disposición positiva hacia el uso constante del producto. En segundo lugar, llama la atención la ausencia de respuestas en las categorías "En desacuerdo" y "Totalmente en desacuerdo". Lo que es un indicativo positivo sobre la aceptación de la aplicación. Por último, el 10% de los encuestados se encuentra en la

categoría "Neutro", lo que sugiere que un segmento considerable de usuarios no tiene una opinión definida sobre la frecuencia de uso del producto.

**Figura 44.**

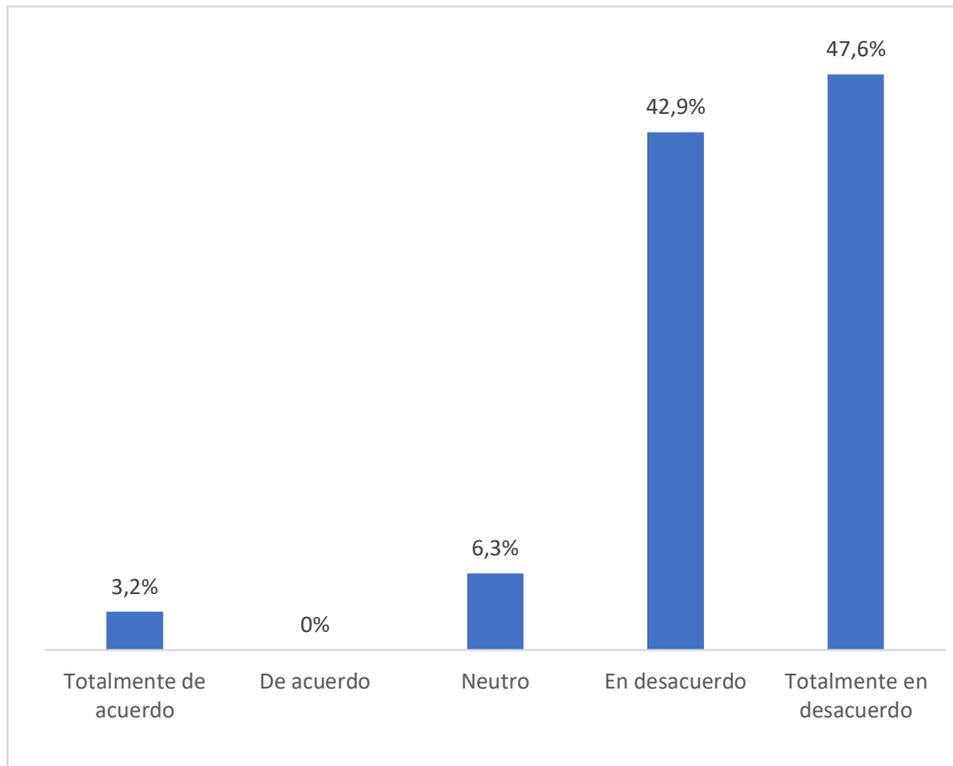
*Representación de la afirmación (Creo que me gustaría utilizar este producto con frecuencia)*



Al analizar si el producto era complejo de usar, se destaca un aspecto positivo tal como se muestra en la Figura 44: un 47,6% muestra un fuerte desacuerdo con la afirmación (“Totalmente en desacuerdo”), y un 42,9% de los usuarios se encuentra en la categoría "En desacuerdo", lo que indica que la mayoría de los encuestados no considera que el producto sea innecesariamente complicado. Estos resultados reflejan principalmente una percepción positiva en cuanto a la facilidad de uso de la aplicación, pues solo el 3,2% de la muestra considera el producto innecesariamente complejo. Esto sugiere que la aplicación goza de una buena usabilidad y cumple con las expectativas de la mayoría de los usuarios en términos de su facilidad de uso.

**Figura 45.**

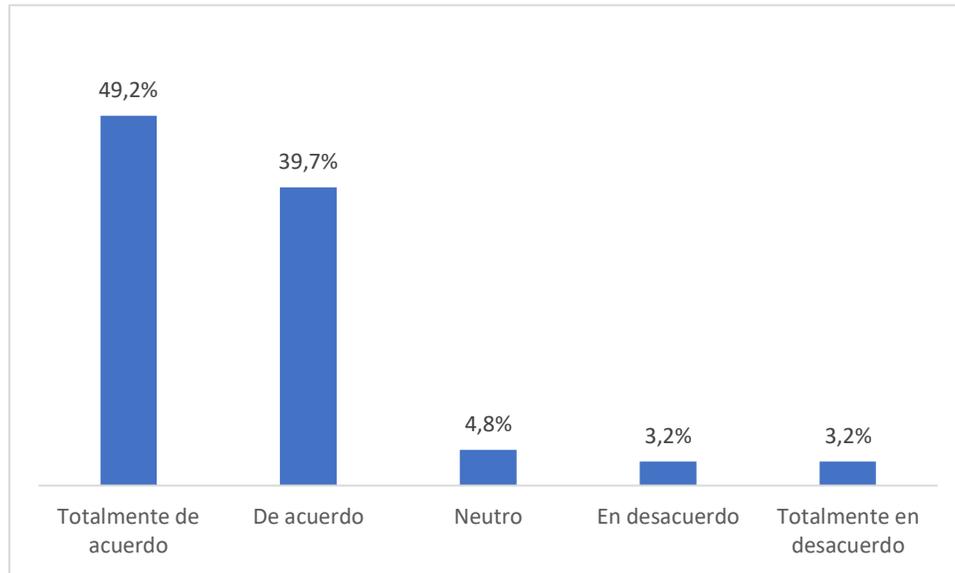
*Representación de la afirmación (Encontré el producto innecesariamente complejo)*



En la Figura 45, se representa el estudio para determinar si el usuario pensó que la aplicación era fácil de usar. Sobre esto, un total del 88,9% (entre las categorías “Totalmente de acuerdo” y “De acuerdo”) de los encuestados pensaron que el producto era fácil de usar mientras que, llama la atención que nadie respondió estar "Totalmente en desacuerdo" con el enunciado, y solo un 8% refirieron estar entre “Neutro” y “En desacuerdo”. Estos resultados mayoritariamente positivos indican que la mayoría de los usuarios, al tener su primer encuentro con la aplicación, percibieron que sería fácil de usar. Esta percepción puede atribuirse a una interfaz sencilla y atractiva desde la primera impresión. Aunque existe una minoría que discrepa o no tiene una opinión clara al respecto, estos hallazgos sugieren una predisposición favorable hacia la usabilidad del producto.

**Figura 46.**

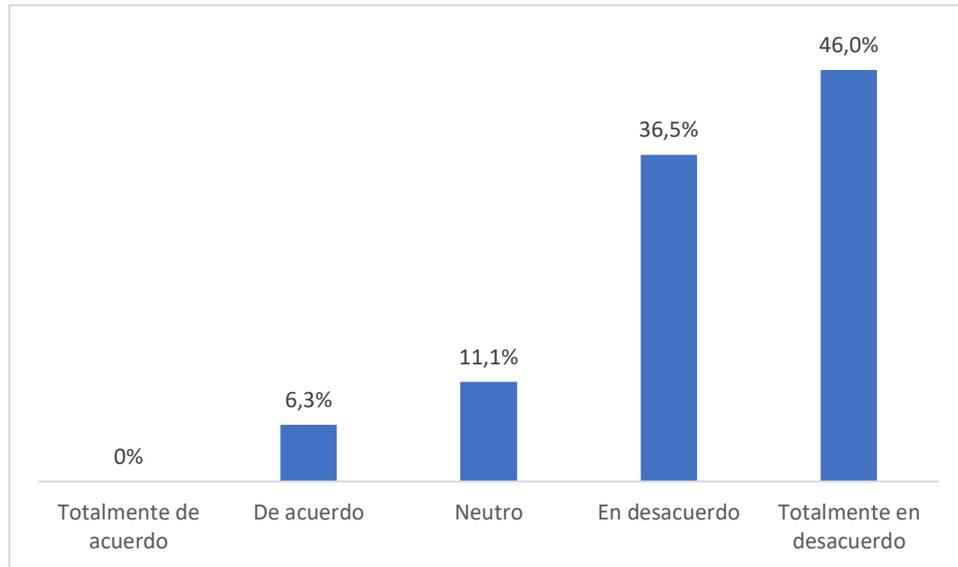
*Representación de la afirmación (Pensé que el producto era fácil de usar)*



Para determinar si necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder utilizar la aplicación se realiza el análisis presentado en la Figura 46, resalta que la mayoría de los encuestados con un 82,5%, se encuentra en las categorías "En desacuerdo" y "Totalmente en desacuerdo", y solo un 6,3% de los encuestados se encuentra en las categorías "De acuerdo", lo que sugiere que solo un porcentaje relativamente pequeño considera que podría necesitar apoyo técnico, y ninguna persona respondió que estaría totalmente de acuerdo con requerir apoyo de una persona técnica para usar la aplicación. Ya que la mayoría de los usuarios no percibe la necesidad de asistencia técnica, los resultados reflejan que la aplicación es amigable para la mayoría de los usuarios.

**Figura 47.**

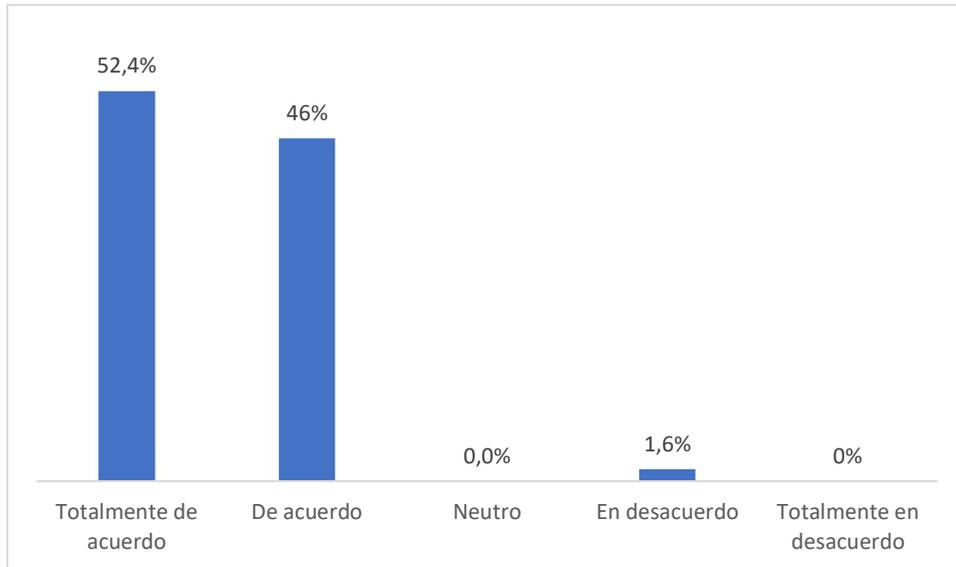
*Representación de la afirmación (Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder utilizar este producto)*



La Figura 47, muestra el resultado de preguntar si diversas funciones de la aplicación que estaban bien integradas, dado esto es relevante destacar que un 52,4% está "Totalmente de acuerdo," y un 46% está "De acuerdo" con la afirmación. Por otro lado, solo un 1,6% se encuentra en las categorías "En desacuerdo" lo que sugiere que es minoritaria la población que considera que las funciones del producto no están bien integradas. Esto subraya una fuerte cohesión en las funciones de la aplicación y sugiere que los usuarios perciben una experiencia de usuario positiva en términos de la integración de características.

**Figura 48.**

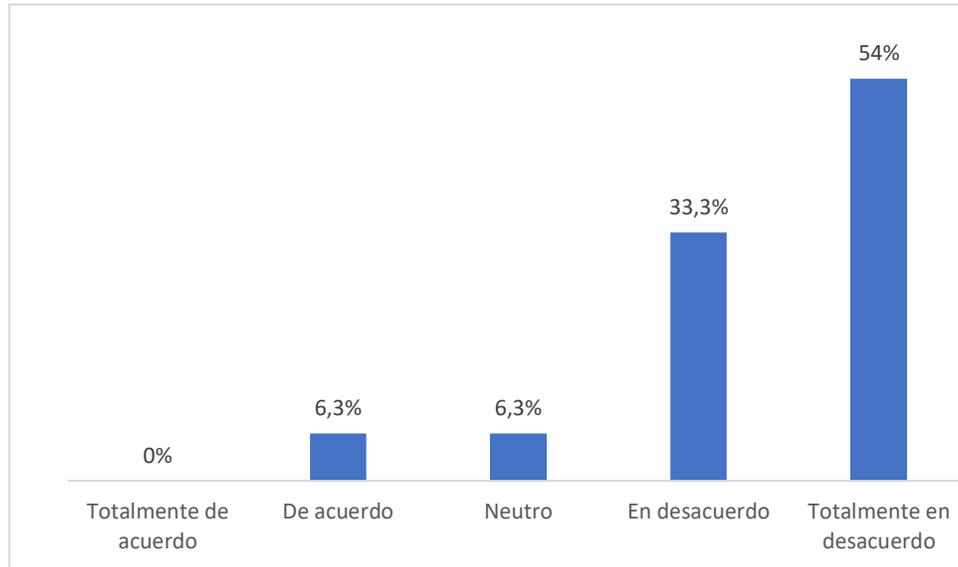
*Representación de la afirmación (Descubrí que las diversas funciones de este producto estaban bien integradas)*



Al indagar a la población objeto de estudio sobre si existen demasiadas inconsistencias en este producto aplicación EcoBike (Ver Figura 48), se destaca que un 93,6% de los encuestados se encuentra en las categorías "Neutro," "En desacuerdo," y "Totalmente en desacuerdo." Esto indica que la mayoría de los usuarios no percibe la presencia de inconsistencias en el producto. Específicamente, el 33,3% está "En desacuerdo con la afirmación, lo que refleja una percepción mayoritariamente positiva en cuanto a la estructura del producto. Por otro lado, un 6,3% de los encuestados está "De acuerdo," indicando que una minoría considera que existen inconsistencias en el producto, resulta llamativa la ausencia de respuestas en la categoría "Totalmente de acuerdo", reforzando la premisa de que la mayoría de encuestados percibe coherente la aplicación.

**Figura 49.**

*Representación de la afirmación (Pensé que había demasiadas inconsistencias en este producto)*



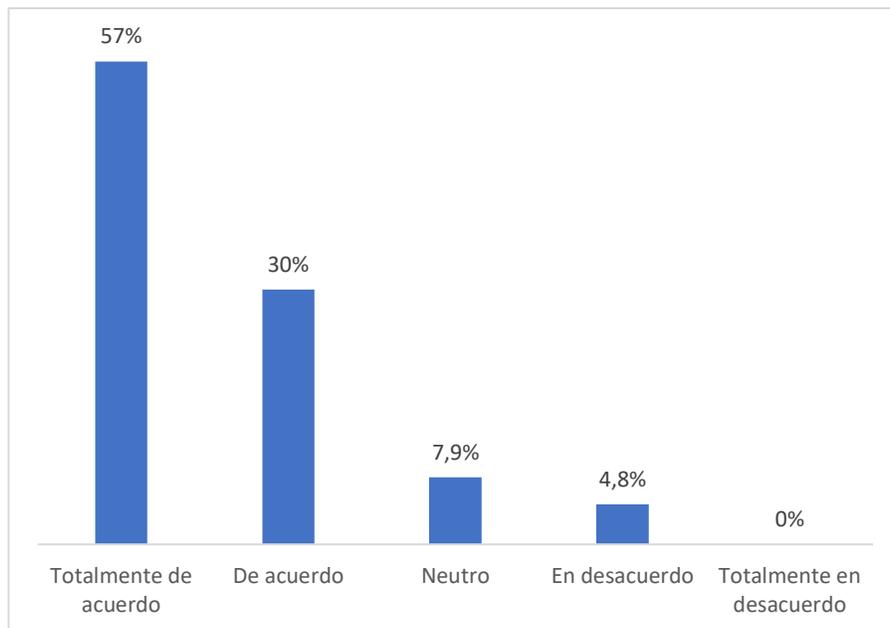
Al cuestionar a los usuarios de la aplicación EcoBike sobre si la mayoría de las personas aprendería a utilizar este producto muy rápidamente, llama la atención la ausencia de respuestas en la categoría "Totalmente en desacuerdo". Esto indica que ninguno de los encuestados considera que la mayoría de las personas tendría dificultades significativas para aprender a utilizar el producto. También, un 87% representado entre personas que refirieron estar "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo", considera que la mayoría de las personas aprendería a utilizar la aplicación rápidamente. Por otro lado, el 7,9% se ubica en la categoría "Neutro", lo que podría señalar una falta de una opinión definitiva sobre la rapidez del aprendizaje del producto. Finalmente, solo un 4,8% se muestra "En desacuerdo," opinando que la mayoría de las personas no aprendería rápidamente.

En conjunto, estos resultados indican una percepción generalmente positiva con respecto a la facilidad de aprendizaje de la aplicación por parte de la mayoría de las personas, con la notable ausencia de opiniones negativas en este aspecto, lo cual podría ser indicador de que los usuarios

tienen una alta confianza en la facilidad de adopción del producto por parte de la mayoría de las personas.

**Figura 50.**

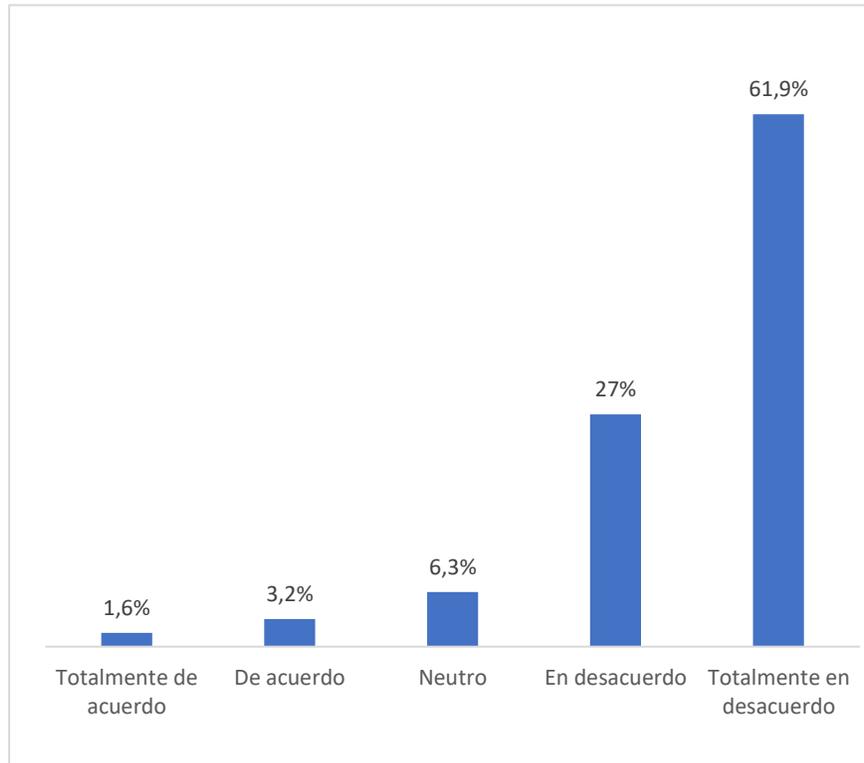
*Representación de la afirmación (Me imagino que la mayoría de las personas aprendería a utilizar este producto muy rápidamente)*



En la Figura 50, se detallan los resultados al evaluar si la aplicación es incomoda de usar, un 61,9% se encuentra en la categoría "Totalmente en desacuerdo," lo que destaca una gran oposición a la percepción de incomodidad. Respaldo este hallazgo, solo un 3,2% está "De acuerdo," y un 1,6% está "Totalmente de acuerdo". De esto se concluye que la mayoría de los usuarios encontraron que el producto era cómodo de utilizar.

**Figura 51.**

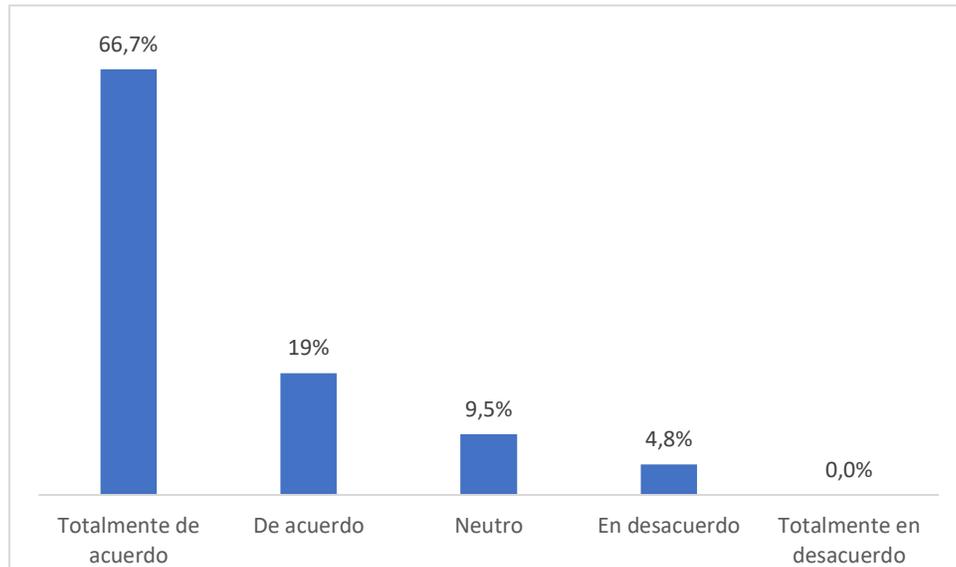
*Representación de la afirmación (Encontré el producto muy incómodo de usar)*



En la Figura 51, se representan los resultados de preguntar los usuarios de EcoBike si se sintieron capaces de usar la aplicación, resulta interesante que no hay respuestas en la categoría "Totalmente en desacuerdo". Esto sugiere que ningún encuestado se sintió completamente incapaz al utilizar el producto. En cambio, un 66,7% está "Totalmente de acuerdo," y un 19% está "De acuerdo", lo que indica que la mayoría se sintió con mucha capacidad para usar el producto. Finalmente, solo un 4,8% está "En desacuerdo," lo que da indicios de que solo una pequeña parte de la población no se sintió segura de sí mismo al usar el producto. En conjunto, estos resultados sugieren una percepción generalmente positiva en cuanto a la capacidad de los usuarios para utilizar la aplicación.

**Figura 52.**

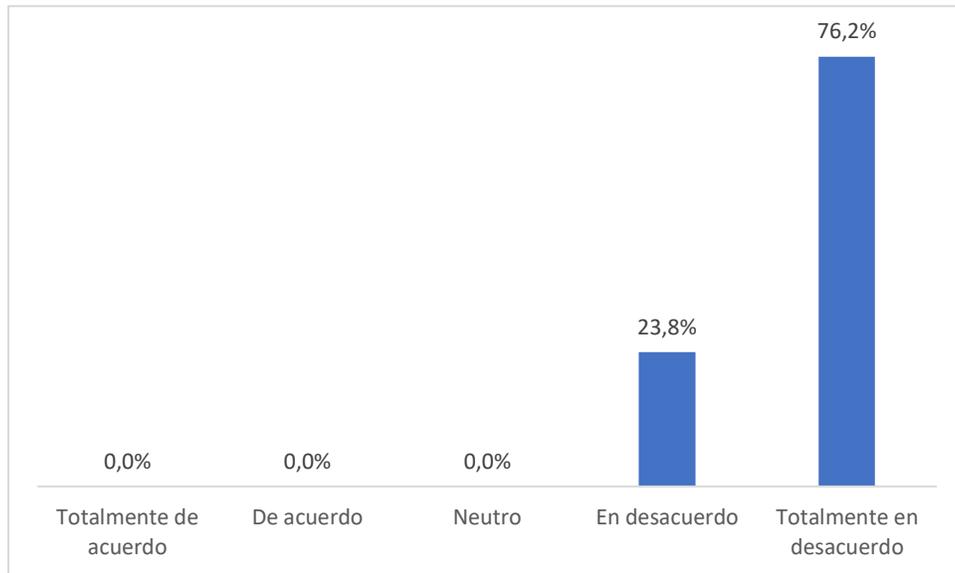
*Representación de la afirmación (Me sentí muy capaz usando el producto)*



En la Figura 52, detalla si los usuarios necesitaron aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar este la aplicación, se destaca que un 76,2% de los encuestados manifestó estar "Totalmente en desacuerdo" y el 23,8% respondió "En desacuerdo". Además, ninguna persona indicó estar "De Acuerdo" o "Totalmente de acuerdo" con la necesidad de aprender muchas cosas antes de comenzar a utilizar el producto. La ausencia de respuestas "Neutro" también confirma que no hubo personas sin una opinión al respecto, lo que subraya la simplicidad de uso de la aplicación y sugiere que nadie consideró necesario aprender muchas cosas antes de empezar a utilizarla.

**Figura 53.**

*Representación de la afirmación (Necesité aprender muchas cosas antes de empezar a utilizar este producto)*



Una vez realizado el análisis estadístico de los resultados, se procede a la evaluación general. Para ello, es necesario asignar los valores numéricos a cada respuesta de la escala, según si el número del enunciado es par o impar. Para los enunciados impares, que representan enunciados positivos o favorables para evaluar la aplicación móvil, se debe restar 1, lo cual arroja un rango de 0 a 4, como se puede ver en la Tabla 42.

**Tabla 42.**

*Calificación de enunciados impares*

<b>Juicio de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>Calificación -1</b>
Totalmente en desacuerdo	1	0
En desacuerdo	2	1
Neutro	3	2
De Acuerdo	4	3
Totalmente de acuerdo	5	4

Para los enunciados pares, que representan enunciados negativos o no favorables para evaluar la aplicación móvil, se debe restar 5, tal como se presentan en la Tabla 43.

**Tabla 43.**

*Calificación de enunciados impares*

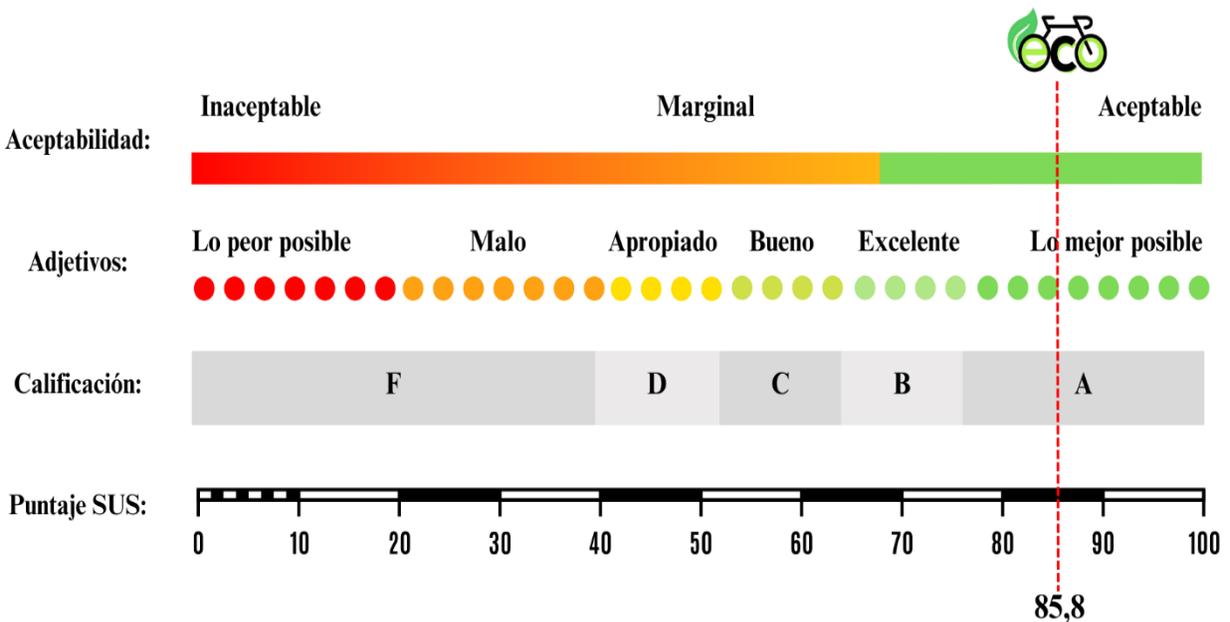
<b>Juicio de valor</b>	<b>Calificación</b>	<b>5 - Calificación</b>
Totalmente en desacuerdo	1	4
En desacuerdo	2	3
Neutro	3	2
De Acuerdo	4	1
Totalmente de acuerdo	5	0

Después, se suman los resultados obtenidos, generando un valor dentro de un rango que oscila entre 0 y 40. Para utilizar estos valores en una escala que abarque desde 0 hasta 100, se realiza una multiplicación de cada puntaje por 2,5. De esta manera, se obtiene una calificación en la escala System Usability Scale (SUS) para cada uno de los individuos que han participado en la encuesta. Finalmente, para determinar el puntaje global de la evaluación de la aplicación, se lleva a cabo un promedio utilizando todas las calificaciones otorgadas por los encuestados. De ese modo, la aplicación EcoBike obtuvo la calificación de 85,8 de 100 puntos máximos posibles, representada en la Figura 41. Esta Figura fue creada con el fin de interpretar el resultado, usando las variables

“Aceptabilidad”, “Adjetivos”, “Calificación” que se determinan con el puntaje obtenido en el SUS. Los resultados fueron que la aplicación móvil no solo es “Aceptable” por los usuarios, sino que se categoriza como “Lo mejor posible” con una calificación de “A”, que es la calificación más alta que se puede conseguir en la escala. Sin embargo, se podría perfeccionar la aplicación hasta lograr un nivel de Aceptabilidad más cercano a 100; uno de los enunciados con puntaje menos favorable fue “Me sentí capaz usando el producto”, sin embargo, se puede decir que esto no tuvo relación directa con la aplicación, pues el 14.3% que se encontró entre “Neutro” y “En desacuerdo”, se contrasta con el enunciado “Pensé que el producto era fácil de usar”, en donde solo el 6.4% se encontró entre “Neutro” y “En desacuerdo”. Esto sugiere que la sensación de capacidad de usar la aplicación podría tener relación con la seguridad de las personas en ellos mismos sobre temas relacionados con la tecnología y aplicaciones móviles, más no necesariamente con la usabilidad de *EcoBike*.

**Figura 54.**

*Escala de puntuación de usabilidad*



Comentario sobre la evaluación de usabilidad de la aplicación. El proceso de evaluación de la aplicación móvil EcoBike arrojó una luz sobre la percepción de los usuarios con respecto a ella. Gracias a la implementación del System Usability Scale (SUS) por Bangor et al. (2008), se logró comprobar que la aplicación se caracteriza por realizar sus funciones de manera eficaz y sin problemas, ser fácil de usar y navegar, tener un diseño sencillo y atractivo; elementos que hacen que los usuarios consideren que usarían la aplicación de forma frecuente, siendo algo de suma importancia considerando que el objetivo de este proyecto es fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte. De ese modo y con un puntaje de 85.8 en la escala SUS, la aplicación se posiciona como una solución pertinente y con alto grado de aceptación por el público objetivo.

### **3. Conclusiones**

El mapeo sistemático dirigido a la identificación de iniciativas destinadas a promover el uso de la bicicleta como medio de transporte involucró el análisis de 417 artículos. Tras la aplicación de criterios de selección y calidad se identifican 14 artículos, de los que se destacan igual número de proyectos, que buscan impulsar la adopción de la bicicleta como una opción de transporte. Estos proyectos se apoyan principalmente en tecnologías como Firebase Realtime Database y el API de mapeo de Google Maps. Sin embargo, hay una carencia de integración de tecnologías móviles en estas iniciativas, ya que solo tres de ellas desarrollaron aplicaciones móviles, de las cuales, JavaScript es el lenguaje de programación predominante.

El desarrollo y aplicación de una encuesta realizada a 187 habitantes de la ciudad de Pasto fue fundamental para identificar las necesidades de los usuarios. Los resultados de la encuesta permiten concluir que la estrategia óptima (en comparación a otros incentivos inicialmente planteados y que fueron descartados por la poca aceptación por los stakeholders) para motivar al uso de la bicicleta, consiste en el desarrollo de una aplicación móvil que incorpore un sistema de recompensas en forma de puntos acumulables según la distancia recorrida, los cuales son canjeables por vales de compra. A su vez, la aplicación aborda dos obstáculos relacionados con el uso de la bicicleta como medio de transporte, también referidos por la población de estudio: en respuesta al desconocimiento de rutas, la aplicación móvil permite a los usuarios planificar viajes por rutas menos contaminadas, y en cuanto a la sensación de inseguridad al momento de dar paseos en bicicleta, se creó la herramienta que permite a los usuarios agregar amigos para posteriormente, crear grupos para realizar paseos en bicicleta.

De igual forma, se destaca la importancia de aplicar las metodologías ágiles en el desarrollo de la aplicación móvil EcoBike, en donde se usó SCRUM como método para la gestión del proceso de software, desarrollando seis Sprints. La metodología SCRUM ha resultado ser altamente efectiva en el desarrollo de la aplicación móvil, pues durante el desarrollo, se logra mantener un ritmo de trabajo constante implementando 17 historias de usuario en un periodo de 3 meses, facilitando así la entrega de un software de alta calidad de manera oportuna. Esto permitió construir una aplicación móvil que motive a las personas al uso de la bicicleta como medio de transporte, y

que este proyecto entregue una aplicación con los elementos por los cuales los stakeholders mostraron preferencia.

La evaluación de usabilidad a través del instrumento System Usability Scale (SUS) muestran que, EcoBike es una aplicación móvil que presenta por parte de la población de usuarios un alto índice de promoción, de aceptación y es valorada como excelente. Estos resultados confirman que, EcoBike proporciona un avance importante a la implementación de estrategias que busquen incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte.

El uso de soluciones como EcoBike pueden desempeñar un papel crucial en la promoción de cambios en el comportamiento de las personas, alentando al uso de la bicicleta y contribuyendo a la reducción de la contaminación y la mejora de la movilidad urbana. EcoBike se proyecta como un aporte significativo hacia un futuro más sostenible y saludable, al proporcionar a las personas una herramienta con un alto nivel de usabilidad para promover la bicicleta como un medio de transporte alternativo.

Este proyecto muestra que la innovación y la tecnología pueden ser aliados poderosos en los esfuerzos por reducir la contaminación del aire y acústica, pero también recuerda que la verdadera transformación requiere una visión compartida y un esfuerzo colectivo de personas dispuestas a apoyar estas iniciativas, pues la ejecución de EcoBike depende en gran parte de las alianzas comerciales con empresas que decidan apostar por una movilidad sostenible, dispuestas a ofrecer recompensas a los usuarios.

La bicicleta puede ser una herramienta valiosa para lograr ciudades más limpias y habitables, y la tecnología puede ayudar a hacer que esta transición sea más accesible y atractiva. Cada elección de movilidad sostenible puede contribuir al bienestar del planeta y de las generaciones futuras. Este estudio y su aplicación son un testimonio de cómo la innovación y la tecnología pueden allanar el camino hacia un futuro más verde.

#### **4. Recomendaciones**

El proyecto EcoBike ofrece lecciones sobre cómo promover la movilidad sostenible a través de soluciones tecnológicas y alianzas estratégicas. Las recomendaciones presentadas a continuación buscan inspirar futuras investigaciones y proyectos que contribuyan a la creación de un entorno más limpio, saludable y sostenible para todos.

Para empezar, existe una clara oportunidad para la investigación y el desarrollo continuo de aplicaciones móviles que aborden obstáculos específicos relacionados con la movilidad sostenible. Estas soluciones pueden abordar desafíos como la planificación de rutas, la seguridad de los ciclistas y la promoción de viajes compartidos en bicicleta. Se anima a investigadores, desarrolladores y emprendedores a explorar estas áreas y crear soluciones innovadoras que contribuyan a la adopción de la bicicleta como medio de transporte.

Con respecto al mapeo sistemático realizado, se recomienda incluir nuevos repositorios como Science Direct o Scopus, y replicar el proceso de identificación, evaluación y selección de artículos mediante la cadena de búsqueda planteada en este proyecto, incluyendo nuevas iniciativas publicadas hasta la fecha actual.

La implementación exitosa de la metodología SCRUM en el desarrollo de EcoBike destaca la importancia de utilizar enfoques ágiles en proyectos de desarrollo de software. Esta metodología puede mejorar la eficiencia, la colaboración y la usabilidad del producto final. Por lo tanto, se sugiere considerar la implementación de métodos ágiles en proyectos similares relacionados con la movilidad sostenible.

La aplicación del System Usability Scale (SUS) demostró ser útil para evaluar la usabilidad de EcoBike. Por lo tanto, se recomienda que las aplicaciones móviles diseñadas para fomentar la movilidad sostenible se sometan a este sistema de evaluación de usabilidad. Los resultados de esta evaluación pueden guiar mejoras y actualizaciones por hacer de las aplicaciones móviles para garantizar que sigan siendo efectivas y atractivas para los usuarios.

En el caso de EcoBike, la evaluación de usabilidad presenta por parte de la población de usuarios un alto índice de promoción y aceptación, y es valorada como excelente. Se sugiere desarrollar un proyecto que mida el impacto en la salud de los usuarios y en la disminución de la contaminación como resultado del uso de EcoBike.

La promoción exitosa de la movilidad sostenible por medio de la aplicación EcoBike requiere una colaboración efectiva con empresas del sector privado encargadas de proveer las recompensas de los puntos canjeables acumulados por distancia recorrida, sin embargo, el sector público es un gran escenario por explorar. Por lo tanto, se sugiere que, en futuras intervenciones, se tenga en cuenta a organismos públicos u organizaciones sin fines de lucro para trabajar en la promoción de soluciones de movilidad sostenible. La colaboración puede aprovechar la experiencia y los recursos de ambas partes, lo que contribuirá a acelerar la creación e implementación de soluciones de movilidad sostenible.

La recompensa de puntos acumulables por distancia recorrida, canjeables por vales de compra, demostró ser un incentivo efectivo en el caso de EcoBike, según la encuesta de preferencias de skateholders. Sería interesante explorar la posibilidad de ampliar estos programas de recompensas y personalizarlos según las necesidades de los usuarios. La flexibilidad en la elección de recompensas puede aumentar la motivación de los usuarios para elegir la bicicleta como medio de transporte.

Es recomendable que en un proceso de lanzamiento de EcoBike o aplicaciones similares, se haga el debido acompañamiento con campañas de concienciación, eventos promocionales en instituciones educativas y publicidad segmentada a distintos grupos de interés para informar a la población sobre las ventajas de utilizar la bicicleta, las implicaciones positivas para la salud y el medio ambiente, y sobre todo, hacer énfasis en las recompensas que se obtendrá si hace uso frecuente de la aplicación EcoBike.

## Referencias

- Acciona. (2020). *Desarrollo sostenible*. <https://www.acciona.com/es/desarrollo-sostenible/>
- Alcaldía de Pasto. (2020). *Pasto la gran capital 2020-2023, un territorio incluyente con la niñez, adolescencia y juventud*. Alcaldía de Pasto.
- AQMD. (2021). *Aire Sucio: Efectos de la Contaminación del Aire Sobre la Salud*.  
<https://www.aqmd.gov/home/research/publications/aire-sucio#:~:text=La%20exposición%20prolongada%20al%20aire,bronquitis%2C%20enfisema%20y%20posiblemente%20cáncer>
- Area Metropolitana. (2019). *¿Qué es el ICA?* <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Generalidades/ICA.aspx>
- Asociación Nacional de Centros de Diagnóstico Automotor-ASOCDA (2020). *Boletín estadístico Consolidado 2020*. ASOCDA.
- Bangor, A., Kortum, P., y Miller, J. (2008) An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *Rev. International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594, DOI: 10.1080/10447310802205776
- Bianchi Benguria, H. L. (2008). *Uso y Movilidad de la Bicicleta en la Ciudad: Plan de Incentivo al Transporte No Motorizado (TNM) en Recoleta*. (trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica de Chile).
- Bravo, C. (2015). *Informe Sobre El Estado De Calidad Del Aire Diciembre De 2014 Y Enero De 2015*. Corponariño.  
<https://www.corponarino.gov.co/expedientes/calidadambiental/aire/InformeAireEne2015.pdf>

Corporacion autonoma regional de nariño-Corponariño. (2018). *Informe día sin carro y moto*. Corponariño.

Delgado, L. (2017). *informe sobre el estado de la calidad del aire enero de 2017*. Corponariño. <https://www.corponarino.gov.co/expedientes/calidadambiental/aire/InformeAireEnero2017.pdf>

Diario El Mundo. (2016). *El ruido: una amenaza para la salud*. <https://www.elmundo.es/salud/2016/04/27/571f7504e2704ed1208b4585.html>

Diario Los Angeles Times. (2018). *Noise causes stress. Here's why you need to seek out some silence*. <https://www.latimes.com/health/la-he-seeking-silence-20180825-story.html>

Estrella, C. (2021). *Escuela Normal Superior De Pasto*. <http://www.escuelanormalpasto.edu.co/?p=9454>

Geenpeace. (2022). *El transporte en Colombia es responsable del 78% de las emisiones causantes del cambio climático y de la contaminación de aire*. <https://cutt.ly/ewEJAdxX>

Gil, M. (2023). Los vehículos llegan a 18 millones en 2022, según el Registro Único de Transporte. *Diario La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/los-vehiculos-llegan-a-18-millones-en-2022-segun-el-registro-unico-de-transporte-3534667>

Infante, R., y Pérez, R. (2021). La contaminación acústica generado por el transporte terrestre y su implicancia en el estrés en los habitantes en la zona oeste de ate, Lima-Perú. *Rev. Polo del Conocimiento*, 6(5), 616-630

Mapeo sistemático. (s.f.). Obtenido de <http://desarrolloweb.dlsi.ua.es/cursos/2015/i-d-i/mapeo-sistemático>

Organizacion de las Naciones Unidas-ONU. (2016). *Follow-up and review of the 2030 Agenda for Sustainable Development at the global level.*

[http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/299&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/299&Lang=E)

Organizacion de las Naciones Unidas-ONU. (2016). *Global Trade in Used Vehicles.*

<https://www.unep.org/resources/report/global-trade-used-vehicles-report>

Organizacion Panamericana de la SALud-OPS. (2016). *Calidad del aire.*

<https://www.paho.org/es/temas/calidad->

[aire#:~:text=La%20exposición%20a%20altos%20niveles,vulnerable%2C%20niños%2C%20adultos%20mayores%20y](https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire#:~:text=La%20exposición%20a%20altos%20niveles,vulnerable%2C%20niños%2C%20adultos%20mayores%20y)

Observatorio de salud y Medio Amiente de Andalucía-OSMAN. (2002). *Ruido y Salud.*

[https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824)

Ramírez, A., y Domínguez, E. (2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. *Rev. de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 509-530.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082011000400009&lng=en&tlng=es.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400009&lng=en&tlng=es)

Reyes, P. (2023). *Colombia tiene un parque automotor que supera los 18 millones de vehículos.*

El Carro Colombiano. <https://www.elcarrocolombiano.com/movilidad/colombia-tiene-un-parque-automotor-que-supera-los-18-millones-de-vehiculos/>

Ríos, R., Taddia, A., Pardo, C., y Lleras, N. (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el*

*Caribe: Guía para impulsar el uso de la bicicleta.* Banco Interamericano de Desarrollo.

Sarmiento, P., y Poveda V. (2017). *Ciclomap, una Aplicación Móvil para el Fácil Recorrido en Bicicleta en la Ciudad de Bogotá D.C.*

<http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7808>

Unversidad Mariana. (2007). Reglamento de investigaciones y publicaciones, Universidad Mariana - Artículo 71. *Unimar*.

## **Anexos**

**Anexo 1. Filtros para medir la calidad de las iniciativas recompiladas de la base de datos  
Springer**

(Ver documento aparte)

**Anexo 2. Filtros para medir la calidad de las iniciativas recompiladas de la base de datos  
IEEE Xplorer**

(Ver documento aparte)

**Anexo 3. Filtros para medir la calidad de las iniciativas recompiladas de la base de datos  
ACM Digital Library.**

(Ver documento aparte)

**Anexo 4. Extracción de datos por medio de preguntas de investigación.**

(Ver documento aparte)

**Anexo 5. Extracción de datos sobre la encuesta para priorizar las necesidades de los Stakeholders**

(Ver documento aparte)

## **Anexo 6. Desarrollo de la aplicación móvil EcoBike**

(Ver documento aparte)

**Anexo 7. Extracción de datos sobre la encuesta para valorar la usabilidad de la aplicación**

(Ver documento aparte)

**Anexo 8. Divulgación**

(Ver documento aparte)

## Anexo 9. Carta que justifica el desarrollo tecnológico



San Juan de Pasto, 28 de marzo de 2022

Señores:  
COMITÉ CURRICULAR Y DE INVESTIGACIONES  
Programa Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana

Cordial saludo.

Yo, Martha Gabriela Patichoy Calpa identificada con aparece al pie de este documento y en calidad de Representante Legal de la empresa Red en Línea REL SAS, deseo comentarles que queremos crear una nueva unidad de negocio, basada en emprendimientos e innovaciones. Por esta razón, queremos manifestar que brindamos nuestro total apoyo al proyecto “EcoBike: un aplicativo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de San Juan de Pasto”, el cual busca de forma sistemática establecer un proceso para desarrollar nuevos proyectos y nos proporcionará un prototipo funcional que aporta a la solución de problemas importantes y de relevancia mundial, como es la disminución de la contaminación ambiental y auditiva.

Por lo anteriormente descrito, quiero avalar el proyecto de desarrollo tecnológico como un activo intangible relevante para nuestra organización.

Sin mas por el momento.

Atentamente.

MARTHA GABRIELA PATICHOY  
C.C. 36.950.271  
Representante Legal  
Red en Línea REL SAS

## Anexo 10. Carta que aprueba el producto entregado EcoBike

San Juan de Pasto, 10 de noviembre de 2023

Señores:  
COMITÉ DE INVESTIGACIONES  
Programa Ingeniería de Sistemas  
Universidad Mariana



Cordial Saludo.

Por medio de la presente, me complace expresar que tras evaluar la aplicación móvil entregada por el proyecto: "EcoBike, un aplicativo móvil diseñado para contribuir a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de San Juan de Pasto", hemos concluido que cumple de manera satisfactoria con nuestras expectativas y se ha convertido en un activo intangible de gran relevancia para nuestra organización.

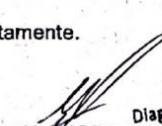
Las funcionalidades integradas en la aplicación, tales como el sistema de puntos acumulables por vales de compra y la planificación de rutas, están alineadas con la visión del proyecto. En cuanto al sistema de acumulación de puntos, por el momento no requiere un desglose detallado del equivalente de puntos en pesos colombianos u otra moneda. La gestión de las alianzas comerciales, donde se resuelvan estas equivalencias, estará bajo la responsabilidad de otros funcionarios de la organización.

En relación con el funcionamiento administrativo de la aplicación, por el momento no se considera necesario crear un superusuario o panel administrativo para funciones como agregar nuevas empresas o realizar modificaciones. Esperamos con nuestro equipo de desarrollo continuar con la evolución del producto software de acuerdo con la estrategia de financiación que los socios de la empresa consideren necesaria. Cualquier necesidad en este sentido será evaluada en el futuro, según las exigencias operativas.

Por último, quiero informar que, de acuerdo con nuestra planeación, deseamos disponer de la aplicación en un ambiente experimental con el fin de explorar nuevos elementos centrados en el usuario y nuevas estrategias de financiación. Por esta razón, nos gustaría continuar explorando la aplicación en la búsqueda de un modelo de negocio que nos permita obtener ingresos antes de lanzarla en tiendas como Google Play o App Store.

Agradecemos al equipo de estudiantes por todo el apoyo y esfuerzo dedicado en el desarrollo de EcoBike y esperamos a futuro continuar realizando nuevas colaboraciones con el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana.

Atentamente.

  
RED EN Línea S.A.S  
NIT. 901.271.266-2  
Diagonal 13ª N. 3ª 31 B/ La Rosa - Tel: 7375989  
MARTHA GABRIELA PATICHOY  
CC.36.950.271  
Representante Legal  
Red en Línea REL SAS

Cra 13 # 10 – 76 Barrio San Miguel  
318 456 1912 – 318 531 0017  
gerencia@redenlinea.net - www.redenlinea.net