

UNIVERSIDAD DE LA SABANA



Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de Ingeniería

Evaluación de condiciones tecnológicas, legales y operativas para el diseño de un modelo de registro y ubicación de bicicletas para disminuir el robo en la ciudad de Bogotá.

Chía, agosto 2018

Proyecto de grado

Evaluación de condiciones tecnológicas, legales y operativas para el diseño de un modelo de registro y ubicación de bicicletas para disminuir el robo en la ciudad de Bogotá.

Magda Liliana Pedraza Aparicio

Samuel Carvajal Cerinza

Tutor

Juan Pablo Corrales

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia Ingeniería

Chía, agosto de 2018

Agradecimientos

En esta etapa de mi vida doy gracias a Dios y a la Virgen por darme la fortaleza y sabiduría para lograr un objetivo más en mi vida. Esta experiencia fue muy enriquecedora y de gran satisfacción personal; no solo es decir que es un sueño cumplido, es saber que lo que uno se propone se puede

lograr con amor, esfuerzo, dedicación, organización y mucho sacrificio.

Especialmente doy gracias a la persona más importante en mi vida, mi hija Estefanía, quien tuvo que compartir mi tiempo con este proyecto de vida tan importante. Cada día de esta maestría fue

su apoyo y amor, los que me dieron la fortaleza de no desfallecer.

A mi familia doy las gracias por su apoyo y comprensión durante este tiempo, la paciencia y entendimiento sobre todo para que pudiese lograr llegar a la meta.

A mi compañero Samuel, por ser el complemento perfecto en este proyecto, su alto grado de compromiso, responsabilidad, conocimiento y actitud que lo caracterizan, fueron las virtudes que complementaron el éxito de este trabajo y de una buena amistad.

A nuestro director de proyecto Juan Pablo, con su experiencia logró darnos el apoyo y soporte, sus concejos y experiencias nos ayudaron, a poder desarrollar con éxito este trabajo.

Y a todos mis amigos por su comprensión, por sus buenos deseos y energía, para que pudiese cumplir mi sueño.

Magda Liliana Pedraza Aparicio

Agradecimientos

Le doy gracias a Dios por iluminarme en cada etapa de este reto profesional y por haberme permitido conocer profesores y colegas que contribuyeron en mi formación académica.

A mi esposa Alejandra, gestora de este desafío, por su amor, paciencia y apoyo incondicional en los momentos difíciles.

Gracias a mis hijos, Jorgito por comprender tantas veces que no pude estar a su lado, y por querer ayudarme insistentemente en mis tareas; a Sammy por llegar en el momento indicado y motivarme para llegar a la meta.

A mis padres y hermanos que son mi base y lo que soy como persona se lo debo a ellos.

A Liliana, mi compañera de tesis le agradezco por su amistad, confianza, perseverancia y por su alto grado de profesionalismo.

A Juan Pablo Correales nuestro director, por su sabiduría para organizar y guiar el proyecto. Su experiencia fue fundamental en el desarrollo y culminación del mismo.

A todas las personas que de manera directa o indirecta ayudaron en la realización de este trabajo.

Samuel Carvajal Cerinza

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
1. Definición del Problema	3
1.1. Antecedentes del problema	3
1.1.1 El uso de la bicicleta en la ciudad de Bogotá.....	3
1.1.2 Intervención del distrito	6
1.1.3 Seguridad Ciudadana y la bicicleta.....	6
1.2 Planteamiento del problema.....	9
1.3 Pregunta de investigación	10
2. Justificación.....	11
3. Objetivos	12
3.1 Objetivo General	12
3.2 Objetivos Específicos	12
4. Marco Teórico.....	13
4.1. Dispositivos de Identificación remota más conocidos	14
4.1.1. Código de barras	14
4.1.2 Tecnología RFID.....	16
4.1.3 Tecnología Bluetooth.....	20
4.1.4 Tecnología WWAN móvil (MWWAN) y SIM	21

4.1.5 Sistema de Posicionamiento Global.....	23
4.2 Estado del arte	28
4.2.1 Patentes	28
4.2.2 Estudio Robos de Bicicletas otros países (hurto).....	31
4.2.3 Referencias académicas. Uso de dispositivos de rastreo e identificación (Mitigación asalto).	32
4.2.4 Tecnología para identificación y rastreo existentes comercialmente.....	38
4.3 Medidas y normas internacionales como fomento al uso de la bicicleta	40
4.3.1 España – Portugal.....	40
4.3.2 Ayuntamiento de Barcelona.....	41
4.3.3 Ayuntamiento Sevilla.....	42
4.3.4 Ayuntamiento de Alicante	44
4.3.5 Ayuntamiento de Pamplona.....	44
4.3.6 Otros países - Holanda	46
4.3.7 Dinamarca y Reino Unido.....	48
4.4 Medidas y normas nacionales como fomento al uso de la bicicleta en Bogotá	48
5. Metodología	55
6. Desarrollo objetivo específico I – Análisis de tecnologías de rastreo e identificación. 57	
6.1 Clasificación de tecnologías de rastreo e identificación	57
6.1.1 Proceso de análisis jerárquico - AHP.....	57

6.2 Conclusiones Objetivo Especifico I.....	64
7. Desarrollo Objetivo Específico II – Análisis estrategias gubernamentales	67
7.1 Normas y soluciones del gobierno: “EL ¿QUÉ?” - “EL ¿CÓMO?”	71
7.2 Situación normas y soluciones del gobierno El Qué y el Cómo AS IS	72
7.3 Conclusiones Objetivo específico II	75
8. Desarrollo Objetivo Específico III – Propuesta de modelo operativo	76
8.1 Propuesta modelo operativo para registro y ubicación de bicicletas	76
8.2 Modelo aplicado en empresa privada para ubicación y rastreo	83
8.3 Las 5 fuerzas de Porter, en la identificación de viabilidad en el entorno para un modelo operativo de registro y ubicación	84
8.4 Matriz DOFA, debilidades y fortalezas del modelo frente al entorno	92
8.5 Análisis de intensión de uso de usuarios de un modelo operativo para el registro y ubicación de bicicletas en la ciudad de Bogotá.....	97
8.5.1 Análisis de factores:	103
8.5.2 Análisis de correlación de factores	104
8.5.3 Conclusiones de la encuesta.....	105
8.6 Conclusiones objetivo específico III.....	106
CONCLUSIONES GENERALES	107
RECOMENDACIONES.....	109
CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO	110

FUTURA INVESTIGACIÓN.....	111
REFERENCIAS	112
ANEXOS	117
1.Resumen de Entrevista asesores Concejo de Bogotá.....	117
2.Resumen de Entrevista asesor secretaria de Movilidad de Bogotá.....	118
3. Resumen de Entrevista Director de operaciones Concesión RUNT.....	120
4. Análisis estadístico.....	121

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Código de Barras. (Logyca, 2015)	14
<i>Figura 2.</i> Código 128. (TEC Electrónica, 2016)	15
<i>Figura 3.</i> Código 39. (TEC Electrónica, 2016)	15
<i>Figura 4.</i> Código 93. (TEC Electrónica, 2016)	15
<i>Figura 5.</i> Código EAN (TEC Electrónica, 2016)	16
<i>Figura 6.</i> Código UPC (TEC Electrónica, 2016).....	16
<i>Figura 7.</i> Código QR. (TEC Electrónica, 2016).....	16
<i>Figura 8.</i> Avances de la tecnología RFID. Elaboración propia.....	17
<i>Figura 9.</i> Componentes principales de un <i>Tag</i> RFID. (Intermec Technologies Corporation, 2007)	17
<i>Figura 10.</i> Funcionamiento tecnología RFID. (Fernández, García, & Frías, 2006).....	19
<i>Figura 11.</i> Avances tecnología Bluetooth. Elaboración propia.....	20
<i>Figura 12.</i> Avances tecnología WWAN. Elaboración propia.	21
<i>Figura 13.</i> Avances Tecnología GPS. (Awange, 2012).....	24
<i>Figura 14.</i> Principio de Funcionamiento. (Pozo et al., 2008).....	24
<i>Figura 15.</i> Esquema red inalámbrica para control de tráfico. (Rodrigo Julián & Fernanda Lina, 2015)	25
<i>Figura 16.</i> Sistemas AVL. (Ministerio de Transporte, 2016).....	27
<i>Figura 17.</i> Esquema general. (Horton, 1998)	29
<i>Figura 18.</i> Esquemas registrados a. (Akins et al., 2013)	30
<i>Figura 19.</i> Esquemas registrados b. (Akins et al., 2013).....	30
<i>Figura 20.</i> Esquemas registrados c. (Akins et al., 2013)	30

<i>Figura 21.</i> Bicicleta Puma. (Johnson et al., 2008, p.7).....	32
<i>Figura 22.</i> Visión general sistema rastreo. (Lai, Lin, Su, & Chu, 2011).....	33
<i>Figura 23.</i> Sistema Troya dispositivo. (Polanco, 2016).	34
<i>Figura 24.</i> Sistema Troya. (Polanco, 2016).....	34
<i>Figura 25.</i> Laboratorio Piloto Universidad Nacional de Colombia. (Silva, Henao, Pedraza, & Vega, 2015).....	35
<i>Figura 26.</i> Ejemplo de grafo de un sistema de transporte masivo con 5 estaciones. (Solano- Pinzón, Pinzón-Marroquín, & Guerrero, 2017).	37
<i>Figura 27.</i> Soluciones posibles. (Solano-Pinzón, Pinzón-Marroquín, & Guerrero, 2017).	37
<i>Figura 28.</i> <i>Smart GPS Tracker.</i> Referencias comerciales tomadas de https://www.amazon.com	38
<i>Figura 29.</i> <i>Hidden Mini Bicycle GPS.</i> Referencias comerciales tomadas de https://www.amazon.com	39
<i>Figura 30.</i> <i>Specam Quad Band Real time bicycle GPS.</i> Referencias comerciales tomadas de https://www.amazon.com	39
<i>Figura 31.</i> <i>Antitheft tracker.</i> Fuente: https://www.sherlock.bike/en/	39
<i>Figura 32.</i> Identificación de bicicletas. (Ayuntamiento de Barcelona, 2002).....	42
<i>Figura 33.</i> Identificación de bicicletas. (Ayuntamiento de Barcelona, 2002).....	42
<i>Figura 34.</i> Registro de Bicicletas. Ayuntamiento de Pamplona. (CuartoCanal.es, 2013). 45	
<i>Figura 35.</i> Registro de Bicicletas. Ayuntamiento de Pamplona (CuartoCanal.es, 2013).. 45	
<i>Figura 36.</i> Estacionamiento de bicicletas. Holanda (<i>Holland-Cycling.com</i> , 2013)	46

<i>Figura 37.</i> Utilice por lo menos 2 cerraduras y asegure su marco de la bici a un objeto sólido. (Holland-Cycling.com, 2013)	47
<i>Figura 38.</i> Elija un lugar seguro para parquear su bicicleta. (Holland-Cycling.com, 2013)	47
<i>Figura 39.</i> Registro único nacional de tránsito. (RUNT, 2017)	53
<i>Figura 40.</i> Registros. (RUNT, 2017)	53
<i>Figura 41.</i> Estructuración jerárquica del problema. Elaboración propia.....	59
<i>Figura 42.</i> Vectores de priorización de tecnologías vs Criterios. Elaboración propia.	64
<i>Figura 43.</i> Momento D: matricula de la bicicleta y creación del registro único. Elaboración propia.....	73
<i>Figura 44.</i> Momento D+n Novedad registro único y seguimiento a la novedad. Elaboración propia.....	73
<i>Figura 45.</i> Comparación RUNT Vs RUB. Elaboración propia.....	74
<i>Figura 46.</i> Proceso de Registro y Matrícula sugerido de acuerdo con esta investigación. Elaboración propia.	77
<i>Figura 47.</i> Proceso de novedades, seguimiento y control sugerido de acuerdo con esta investigación. Elaboración propia.....	78
<i>Figura 48.</i> Análisis Político, económico, técnico del AS IS Vs TO BE. Elaboración propia.	79
<i>Figura 49.</i> Mejoras en proceso de registro. Elaboración Propia.....	81
<i>Figura 50.</i> Mejoras en Proceso novedad y seguimiento. Elaboración propia.	81
<i>Figura 51.</i> Conclusión Fuerzas de Porter. Elaboración propia.....	91
<i>Figura 52.</i> Conclusión análisis Porter y DOFA. Elaboración Propia.	96

<i>Figura 53.</i> Definición zonas de análisis. Elaboración Propia.....	97
<i>Figura 54.</i> Zonas con mayor reporte de asaltos de bicicletas en Bogotá. (Bicicletero, 2017)	97
<i>Figura 55.</i> Población de encuestados. Elaboración propia.	100
<i>Figura 56.</i> Encuesta por Zona. Elaboración propia.	101
<i>Figura 57.</i> Edad de los encuestados. Elaboración Propia.	101
<i>Figura 58.</i> Estratos encuestados. Elaboración propia.	102
<i>Figura 59.</i> Ocupación encuestados. Elaboración propia.	102
<i>Figura 60.</i> Valor bicicletas encuestadas. Elaboración propia.	103
<i>Figura 61.</i> Coeficiente Cronbach aplicado a los tres factores	104
<i>Figura 62.</i> Análisis de factores	105
<i>Figura 63.</i> Diagrama correlación de factores	105
<i>Figura 64.</i> Conclusiones generales	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Código de Barra	15
Tabla 2 Capacidad de almacenamiento de tags.....	18
Tabla 3 Rangos de frecuencias. (Fernández, García, & Frías, 2006).....	18
Tabla 4 Características sistemas inteligentes de transporte modernos. (Rodrigo Julián & Fernanda Lina, 2015)	26
Tabla 5 Registros Únicos de Bicicletas en España	41
Tabla 6 <i>Matriz de comparación de criterios por parejas</i>	59
Tabla 7 <i>Matriz de criterios normalizada</i>	60
Tabla 8 Análisis de consistencia matriz de criterios	60
Tabla 9 Matriz de comparación de criterio Obsolescencia	61
Tabla 10 Matriz de comparación de criterio obsolescencia normalizada	62
Tabla 11 Análisis de consistencia matriz de obsolescencia	62
Tabla 12 Prioridades globales y locales	63
Tabla 13 ¿Qué?	71
Tabla 14 ¿Cómo?	72
Tabla 15 Dispositivos de seguridad Bicicletas.....	85
Tabla 16 Dispositivos de seguridad para Hurto	85
Tabla 17 Proveedores de soluciones de control, seguimiento y rastreo.....	86
Tabla 18 Sustitutos.....	89
Tabla 19 Competidores	90
Tabla 20 Análisis DOFA Fortalezas	92
Tabla 21 Análisis DOFA Debilidades.....	93

Tabla 22 Análisis DOFA Oportunidades	93
Tabla 23 Análisis DOFA Amenazas	93
Tabla 24 Estrategias FO	94
Tabla 25 Estrategias DO	94
Tabla 26 Estrategias FA	95
Tabla 27 Estrategia DA	95
Tabla 28 Zonas con mayor reporte de asaltos de bicicletas en Bogotá.....	97
Tabla 29 Factor Riesgo por ser vigilado	99
Tabla 30 Factor Seguridad	99
Tabla 31 Factor Intensión de uso	100
Tabla 32 Calculo de Varianza	121
Tabla 33 Comparación entre rango de costo de bicicletas (Factor Uso).....	122
Tabla 34 Efecto Rango costo de Bicicletas sobre Factor Seguridad.....	122
Tabla 35 Comparación entre rango de costos de bicicletas (Factor Seguridad)	123

RESUMEN

Este trabajo se desarrolló pensando en contribuir desde la ingeniería a la solución de la problemática existente relacionada con el hurto de bicicletas y asalto a ciclistas en la ciudad de Bogotá y el impacto que este hecho genera al desestimular su uso masivo cotidiano como medio alternativo de transporte. Desde hace tiempo la ciudad ha hecho innumerables esfuerzos por lograr que la ciudadanía use este y otros medios de transporte con la finalidad de reducir la dependencia por el uso del vehículo particular, el cual ha generado graves problemas de movilidad y contaminación, se considera que el presente trabajo sirve para entender a fondo uno de los factores que ha impedido el avance de esta estrategia y a su vez dar luces acerca del papel de la tecnología y su posible implementación para resolverlo o mitigarlo. En el mismo sentido, Se presenta una propuesta de modelo, que integra tecnologías existentes y un proceso operativo entorno a la bicicleta que permite mitigar y controlar la inseguridad de las bicicletas en la ciudad de Bogotá.

ABSTRACT

This work was developed thinking about contributing from the engineering to the solution of the existent problematic related with the theft of bicycles and assault to cyclists in the city of Bogota and the impact that this fact generates when discouraging its massive daily use as an alternative means of transport. Since the city has made many efforts to make citizens use this and other means of transport in order to reduce dependence on the use of private vehicles, which has caused serious mobility problems and pollution, it is considered the present work to thoroughly understand one of the factors that have impeded progress of this strategy and in turn shed light on the role of technology and its possible implementation to solve or mitigate it. In the same sense, a model proposal is presented, which integrates existing technologies and an operating process in an environment that allows to mitigate and control the insecurity of bicycles in the city of Bogotá.

INTRODUCCIÓN

Una mirada a la evolución de los últimos años de la ciudad de Bogotá, capital de Colombia, y metrópoli cercana a los nueve millones de habitantes, constata un grave deterioro en la movilidad urbana. Son bastantes los agentes académicos, sociales y estatales que dan cuenta de la creciente problemática, similar en buena medida a la que se ha presentado y sigue presentándose en varias ciudades del mundo. En particular, las principales fuentes de insatisfacción de los habitantes de la ciudad se manifiestan en los cada vez mayores tiempos de desplazamiento en los viajes realizados en vehículos particulares debido a los atascos, la creciente contaminación ambiental y en general el caos reinante en el espacio de rodamiento. Una simple observación de las cifras podría explicar en buena medida la situación, ya que nada más en los últimos seis años se ha incrementado el número de vehículos matriculados en la ciudad pasando de una cifra de un millón a otra de dos millones doscientos mil, versus apenas un 2.7% de crecimiento de la malla vial en el mismo período. Para muchos usuarios, esta condición ha convertido a la bicicleta como su alternativa de medio de transporte. Hoy en día existen en Bogotá 467 kilómetros de vías exclusivas para las bicicletas, de los cuales 384,5 corresponden a infraestructura exclusiva denominada ciclo rutas y 82,6 a infraestructura compartida llamada ciclo carriles (Investiga Bogotá, 2018), destacándola como una de las ciudades que más ha promovido este medio de movilidad en Latinoamérica. A pesar del esfuerzo realizado por las autoridades distritales por desarrollar esta infraestructura y promover el uso de la bicicleta como alternativa de transporte urbano, los usuarios encuentran cada día muchas barreras y peligros al momento de usarla; por un lado, la infraestructura es insuficiente y deficiente pues las ciclo-rutas son escasas en algunos sectores o vías de la ciudad. Por otra parte, el uso de la bicicleta presenta peligros para el usuario tales como el irrespeto de conductores y peatones que da pie a permanentes accidentes, la contaminación que representa riesgos potenciales

de salud y la inseguridad que se manifiesta tanto por robos a mano armada a los ciclistas, como por el hurto de bicicletas cuando estas se encuentran parqueadas. Este hurto se ha incrementado en cualquiera de las modalidades cotidianas en las que la población la usa; trabajo, deporte y recreación. Esta última circunstancia es quizás la que genera mayor inquietud entre los usuarios de bicicleta actual y potencial. Las cifras de hurto de bicicletas son alarmantes ya sea en parqueo (estacionadas o en parqueadero privado) o rodando en donde los asaltos en las vías llevan a bici-usuarios¹ incluso hasta la muerte.

El propósito del presente trabajo permitió analizar de manera amplia la problemática creciente de inseguridad para los bici-usuarios de la ciudad de Bogotá y definir qué tipo de aporte desde la Ingeniería podría ser el más eficaz, para contribuir al control, mitigación y reducción de dichas problemáticas de manera que los esfuerzos por estimular el uso de la bicicleta como alternativa al uso del vehículo no se vean afectados. Así mismo verificar desde el marco normativo las leyes y condiciones legales que puedan mitigar el hurto de bicicletas y la estrategia que está llevando a cabo el gobierno distrital para mitigar el robo.

Dentro de este marco, y con un tercer propósito en mente, los autores tomaron el aporte de la ingeniería y las estrategias gubernamentales para plantear un modelo que permita mitigar el hurto de bicicletas en ciudades como Bogotá.

¹ palabra que será utilizada dentro del texto. y que es sinónimo de ciclistas o usuarios de bicicleta.

1. Definición del Problema

1.1. Antecedentes del problema

1.1.1 El uso de la bicicleta en la ciudad de Bogotá

Puede decirse que la bicicleta es quizás uno de los elementos icónicos de la tradición nacional. Por diversas razones culturales la apropiación de la bicicleta se remonta a varias generaciones a lo largo y ancho de la amplia geografía nacional. Bogotá no ha sido la excepción a la regla y de tiempo atrás, su sociedad la integro a sus rutinas de recreación y deporte, así como a sus actividades laborales. Este vínculo cultural se potenció aún más a finales de 1974, cuando nació el programa ciclo-vía dominical, hecho que marca un hito en la cultura de recreación y deporte de los bogotanos. Al día de hoy el programa persiste, siendo replicado con éxito en diversas ciudades alrededor del mundo. El programa consistió en prohibir la circulación de vehículos por algunas zonas y vías en las mañanas del domingo, habilitándolas para el uso exclusivo de ciclistas y peatones en condiciones de seguridad. Posteriormente mediante los decretos 566 y 567 de 1976, se ratificó el programa y se institucionalizó así la ciclo-vía dominical recreacional, estableciendo más rutas en la ciudad y con ello permitiendo un mayor uso de espacios y la práctica de grupos diferentes tales como familias, jóvenes, adultos, niños, empleados, estudiantes y ejecutivos entre otros. Es decir, se convirtió en un fenómeno masivo (Instituto Distrital de Recreación y Deporte, 2017).

Posterior a la implementación de la ciclo-vía dominical, veintidós años después y durante la primera administración del Alcalde Enrique Peñalosa (1998-2000), se decidió dar inicio a la construcción de la primera red permanente de ciclo-rutas, siguiendo de esa manera una tendencia en varias ciudades alrededor de mundo que promovía a la bicicleta como medio alternativo de transporte. Esta iniciativa iba ligada a otras cuyo propósito era (y sigue siendo), controlar el

número de vehículos particulares circulando por las vías de la ciudad al ser imposible mantener el ritmo de inversión en infraestructura similar a la de un país desarrollado, frente al número creciente de vehículos adquiridos por la sociedad al hacerse éstos cada vez más económicos en términos reales desde una perspectiva internacional.

La idea de las ciclo-rutas es ofrecer un entorno de seguridad al ciclista de manera que se minimicen la ocurrencia de accidentes al separar a la vulnerable bicicleta, de vehículos, camiones y buses para dar con ello respuesta a aquellos potenciales usuarios frente a este problema. Aunque durante los primeros años de existencia de las ciclo-rutas éstas no tuvieron una gran acogida, los problemas de tráfico en la ciudad cada vez más han venido motivando a muchos ciudadanos a usarlas hasta el punto que dicha integración ha mostrado en los últimos años, un incremento significativo de viajes diarios pasando de un promedio 441.000 en 2011 a otro de 620.000 en 2015 (Bogotá Como Vamos, 2015). Este paulatino éxito se ha dado también como resultado en buena medida, de los esfuerzos de promoción que las sucesivas administraciones distritales a través de diversas entidades distritales han ejecutado, mediante actividades que incentivan el uso de la bicicleta. Ejemplo de esto son el conocido “Día sin carro” y la también conocida “Semana de la Bici”. Por su parte, luego de algunos años de inactividad en el frente de ampliación y mantenimiento de la red de ciclo-rutas, en los últimos dos años se han retomado los esfuerzos que pretenden aumentar la red en al menos ciento veinte kilómetros adicionales a los actuales y reconstruir o arreglar tramos que estaban deteriorados por falta de mantenimiento (Secretaría de Movilidad, 2016). Al 2015 Bogotá contaba con 467 kilómetros de corredores de movilidad exclusivos para bicicletas (ciclo-rutas exclusivas y ciclo-carriles compartidos), en los que diariamente se realizaban 619.465 viajes (De Greiff et al., 2015). Según la secretaria de Movilidad (2016), el tiempo promedio de los viajes en bicicleta es de 25 minutos por persona. La velocidad

promedio es de 17 km/h y el promedio de recorrido es de 7 kilómetros. Esto prueba que el uso de la bicicleta se ha venido arraigando en la cultura de la ciudad no sólo como deporte ocasional, sino también en las rutinas cotidianas de movilidad de muchos ciudadanos. Se espera que este creciente uso no solo contribuya a mejorar la movilidad, sino también para impactar positivamente en la economía de la ciudad, en la economía de las personas y muy importante, en la reducción de gases contaminantes que se han vuelto un grave problema de orden social y económico de salud pública. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2016 se registró en Bogotá un alarmante PM10 (partículas micras) de 45, siendo las zonas más afectadas las ubicadas en el sur y suroccidente de la ciudad. Sumado a este hecho, se encontró que de los niños menores de cinco años que fallecieron por infecciones respiratorias agudas (IRA), el 32% vivían cerca de vías de alto tráfico (Bogotá como vamos, 2017).

Por otra parte, la promoción al uso cotidiano de la bicicleta ha estimulado este mercado y su industria. Como es lógico pensar ha habido un incremento en la demanda y la oferta de bicicletas y repuestos. Esta explosión claramente demuestra un estímulo en el consumidor frente a la tenencia de una bicicleta, el cual ha descubierto sus múltiples beneficios cotidianos y que ayuda de paso a mantener una salud integral a través de una práctica que no es de alto impacto para el organismo como lo puede ser el atletismo. Todo esto ha hecho que la población asuma el reto de comprar bicicletas de todo tipo: pista, cross, todoterreno, híbrida, etc.

Sin embargo, no todo ha sido positivo. Con el aumento de la demanda y los valores invertidos, también vino el aumento del hurto de estos bienes que en algunos casos entran en la categoría de delitos calificados por el valor de éstos.

1.1.2 Intervención del distrito

La Secretaria de Movilidad de Bogotá (SMB), ha desarrollado el denominado “Plan Bici”, que tiene como objetivo consolidar a Bogotá como la “ciudad ciclista del mundo” al 2038 (Secretaría de Movilidad, 2016). La idea es lograr que los ciudadanos utilicen la bicicleta por lo menos dos veces por semana y que la integren a su vida como la mejor opción de transporte, también potencializar la cultura ciudadana con el ejemplo del comportamiento de los ciclistas y la participación ciudadana en estos planes. Para la definición del Plan, el distrito definió cuatro ejes fundamentales: 1) la infraestructura, 2) la institucionalidad, 3) la cultura y 4) la seguridad.

1.1.3 Seguridad Ciudadana y la bicicleta

A pesar de los esfuerzos por la promoción del uso de la bicicleta y de la creación y desarrollo de infraestructura para tal fin, uno de los aspectos por resolver que frenan notablemente su uso cotidiano masificado es el de la seguridad. Este aspecto es uno de los que deterioran la imagen del uso de la bicicleta especialmente entre usuarios actuales y potenciales del vehículo particular que sienten mayor grado de vulnerabilidad. Tal es el caso de adultos mayores, mujeres y padres de familia que miran con recelo esta solución de transporte con sus hijos preadolescentes y adolescentes. Según datos de la policía metropolitana de Bogotá, la cifra de hurtos y asaltos a usuarios de bicicletas en Bogotá durante el período 2012 a 2014 fue de más de 5000 acciones en toda la ciudad, es decir, un promedio de 200 bicicletas hurtadas al mes. Entre las localidades donde más se hurtan diariamente bicicletas en la ciudad, se pueden identificar las localidades de Suba, Kennedy, Usaquén, Chapinero, Engativá, Teusaquillo, Fontibón y Bosa. (Bogotá Como Vamos, 2017, p.3). A pesar de la numerosa cifra citada, infortunadamente se sabe que es pequeña por los resultados arrojados por estudios internacionales y por la experiencia de las autoridades locales

que demuestra que, por cada hurto o acción delictiva relacionada con las bicicletas, tan solo se denuncian una de cada cinco.

En el caso particular del uso de la bicicleta como medio recreativo o de transporte, a nivel nacional e internacional, se ha definido que los fenómenos de seguridad que han afectado principalmente a la ciudadanía y la disuaden del mayor uso cotidiano de la bicicleta son dos acciones delictivas principales las cuales se encuentran tipificadas por el derecho penal. Estas son el hurto a bicicletas estacionadas en espacios públicos o privados y el asalto a ciclistas. Si bien el efecto de las dos acciones a simple vista podría entenderse como el mismo, es decir, la pérdida de la bicicleta a manos de criminales, lo cierto es que esta sería una mirada reducida y simplista del problema con miras a enfrentarlo. Esto se debe a que entre las dos acciones se ha definido una diferencia fundamental consistente en la presencia o no de la víctima al momento del ilícito. Con el hurto de bicicletas estacionadas, se sobre entiende que el actuar del ladrón viene dado por la intención de realizarse de manera oculta o “a escondidas”, mientras que para el segundo caso no existe dicha intencionalidad por parte del asaltante o grupo de asaltantes. Por supuesto que el nivel de agresividad y dolo implícito es ampliamente mayor en el segundo caso, lo que expone a la víctima no solo a la pérdida del bien sino a la posibilidad de sufrir lesiones personales o incluso como sucede con frecuencia la pérdida de la vida. Por lo tanto, desde la perspectiva del ciclista y de la sociedad, el segundo caso presenta una situación de riesgo muy elevada.

Para la primera de las acciones delictivas, el hurto de bicicletas estacionadas, la sociedad y la industria de bicicletas han presentado a lo largo del tiempo soluciones desde diferentes ángulos de aproximación. Seguros flexibles y rígidos portables, parqueaderos rígidos ubicados en espacios públicos sin vigilancia permanente, parqueaderos cerrados vigilados, alarmas antirrobo y armarios entre otros. Para el segundo tipo de acción delictiva, el asalto, la respuesta ha sido más limitada

pues aún no se conoce de manera ampliamente difundida acciones o artefactos que resuelvan o mitiguen la ocurrencia del asalto. Las soluciones mayormente adoptadas hasta el momento han sido externas a la bicicleta y el ciclista en sí, es decir, planteamientos de índole policial (mayor presencia de policía en zonas identificadas como de mayor riesgo, cámaras de vigilancia, acompañamiento solidario en trayecto y redes de apoyo entre otras).

Es interesante notar que en el caso de los vehículos particulares se ha presentado la misma problemática con los dos mismos tipos de acción delictiva. La industria automotriz se ha percatado de esto desde hace varias décadas y en tal sentido la respuesta se ha dado de acuerdo con las posibilidades de aplicación tecnológica disponible en cada momento de su historia. En el caso de carros estacionados, las soluciones han pasado de ser físicas (seguros mecánicos de timón y palanca, seguros de cierre de puertas, bloqueo automático del timón) a tecnológicas de acuerdo con el momento de la historia. Así mismo también surgieron otro tipo de protecciones externas como lo es la oferta de seguros de robo ofrecida por compañías aseguradoras de presencia global y los estacionamientos vigilados. Para el caso del asalto, si bien el carro ofrece una primera barrera de protección que no ofrece la bicicleta, dada por la presencia de ventanas y puertas, en caso de robo por asalto la tecnología ha ofrecido soluciones tales como la codificación digital para la interrupción del flujo eléctrico o de combustible una vez el carro ha avanzado lo suficiente como para no ofrecer riesgo a la víctima en caso de haber sido sacada del vehículo. También la tecnología ofrece soluciones de geolocalización y soluciones exógenas como seguro de robo y presencia motorizada de la policía. A pesar de que los dos tipos de acción delictiva se acometen tanto para el carro como la bicicleta, lo cierto es que el contexto para los dos si es diferente lo cual plantea parámetros de pensamiento y acción diferentes para el asaltante. Esto se debe principalmente al volumen, masa, peso y complejidad de los dos tipos de vehículo. Mientras que para el caso de la

bicicleta un asaltante es capaz de levantarla y manipularla fácilmente por su peso, masa y volumen, no lo puede hacer con el carro. Es aquí donde se comienza a notar una brecha interesante entre la bicicleta y el carro, pues si bien tanto para el carro como para la bicicleta hay formas de lograr la eliminación del riesgo o la mitigación para el delito de hurto en estacionamiento, no se puede decir lo mismo para el caso de asalto. En el caso del asalto en carro existen soluciones de eliminación y mitigación del riesgo de la acción delictiva o de su ocurrencia, pero para el caso de la bicicleta son muy pocas las posibilidades intrínsecas o extrínsecas para la eliminación del riesgo y ocurrencia de la acción delictiva o su mitigación dadas las condiciones de la bicicleta recién descritas. Como es claro, las características propias del actual diseño de la bicicleta presentan una imposibilidad de barrera física como en el caso del carro para evitar el asalto y ofrece muchos riesgos a las compañías aseguradoras que se niegan a expedir pólizas de protección de este tipo de propiedad. Por lo tanto, las posibilidades de resolución son muy pocas. Quedan totalmente a la discrecionalidad del ciclista y la policía. Por su parte, las alternativas de mitigación de la ocurrencia o resolución del delito son también muy pocas y en cualquier caso presentan un grado de ineficiencia pues al momento de desarrollarse el delito, la vulnerabilidad de la bicicleta queda expuesta de manera evidente. Por lo tanto, y ante la imposibilidad de lograr una eliminación del riesgo o su resolución, queda solamente la opción de la mitigación, la cual no se da de manera expresa (igual el delito se comete) sino en conjunto con soluciones de tipo policial.

1.2 Planteamiento del problema

Debido a la evolución en la promoción de la bicicleta como instrumento de recreación y como medio alternativo de transporte, en los últimos años ha crecido la disposición de la ciudadanía por la compra y tenencia de este vehículo. Sin embargo, con el aumento del uso, la

compra, el valor de inversión, también vino el aumento del hurto de estos bienes que en algunos casos son delitos calificados por el valor de la bicicleta.

La problemática de asalto a ciclistas con los riesgos que con lleva, ha contribuido a impedir una mayor masificación del uso de la bicicleta de forma cotidiana. La vulnerabilidad ante el asalto plantea a su vez la imposibilidad de desarrollar soluciones que eliminen el riesgo de asalto o su resolución. La única alternativa es el desarrollo de soluciones que permitan mitigar el riesgo a través de sistemas tecnológicos que, unidos a soluciones externas de carácter policial, permitan elevar la percepción de riesgo para el asaltante y con ello lograr disuadir su accionar delictivo. La aplicación tecnológica debería entonces, contar con la capacidad de rastrear, ubicar e identificar la bicicleta que impida al asaltante vulnerar y desactivar cualquiera que sea el dispositivo. Adicionalmente, la posibilidad de identificación facilitaría a la policía adelantar acciones de control y con ello asociar la bicicleta con el legítimo propietario a través de un potencial sistema de información desarrollado para tal fin. Por lo tanto, la pregunta de investigación del presente trabajo se define en los elementos de juicio recién descritos y se determina como:

1.3 Pregunta de investigación

¿Existe la posibilidad de mitigar el robo de bicicletas parqueadas y el asalto a ciclistas a través del uso de tecnologías de identificación y rastreo?, ¿Existen políticas distritales para controlar este problema?, ¿Es posible desde el punto de vista de Ingeniería plantear un modelo para el registro y ubicación de bicicletas en la ciudad de Bogotá?

2. Justificación

Con este proyecto se espera dar un aporte social, académico y profesional, teniendo en cuenta que la movilidad en ciudades como Bogotá es bastante compleja y que la bicicleta se ha convertido en un medio alternativo de transporte, que además ayuda con el medio ambiente, la salud, educación y economía. En el mismo sentido, contribuir para el uso masivo de la bicicleta mejora la capacidad socio económica de los ciudadanos, especialmente de estratos 1, 2 y 3.

Todo lo anterior hace obligatoria una acción del Estado, para proteger esta modalidad de transporte alternativo, adicional a la inversión de infraestructura para su circulación garantizando su comodidad y seguridad.

La justificación se da más que todo por el impulso que se le ha dado a la bicicleta en Bogotá y en otras partes del mundo. La inseguridad impide el desarrollo de estos esfuerzos. De ahí que se justifica la intervención de la ingeniería en la mitigación o resolución de este problema. Mitigación significa disminuir los riesgos del bici-usuario al impedir o disuadir el accionar del asaltante o ladrón. La resolución es la posibilidad de eliminar cualquier riesgo asociado a la inseguridad. Se da mediante un conjunto de medidas de índole social y técnico. Es muy difícil de lograr.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Analizar las condiciones tecnológicas, legales y operativas para el diseño de un modelo de registro y ubicación de bicicletas para disminuir el índice de robo en la ciudad de Bogotá.

3.2 Objetivos Específicos

3.2.1 Determinar la viabilidad de la tecnología existente para prevenir el robo y aumentar el índice de recuperación de bicicletas.

3.2.2 Analizar las estrategias gubernamentales existentes frente a la problemática del robo de bicicletas.

3.2.3 Plantear un modelo operativo para el registro y ubicación de la bicicleta en la ciudad de Bogotá.

4. Marco Teórico

Diferentes redes sociales y aplicaciones han surgido con el propósito común de reportar y compartir con otros el hurto de las bicicletas, así como situaciones y factores de inseguridad. A pesar de que a diario se reporta el robo de muchas bicicletas o el ataque a ciclistas, lo cierto es que un elevado porcentaje de usuarios no lo hace. Muchos de ellos piensan, que no tiene objeto reportar, pues ya no hay nada que se pueda hacer, al no tener la bicicleta ningún sistema de ubicación o de identificación que pueda servir a las autoridades.

Además, los usuarios buscan mecanismos de protección, que les aseguren de alguna manera su bien, para el caso de las bicicletas en parqueo, existen en el mercado diferentes accesorios (candados, guayas, etc.) que de alguna manera permiten mantener la bicicleta segura, pero estos mecanismos, casi siempre son vulnerados por los ladrones quienes van un paso más adelante. Para el caso de asaltos a mano armada o “atracos”, no existe aún en el mercado ninguna herramienta o sistema que permita mitigar el riesgo o que tenga poder disuasivo frente a potenciales asaltantes.

Por esto, es importante revisar que tecnología, o herramientas existen en el entorno que puedan servir para el seguimiento y rastreo, y que puedan ser adaptadas a la bicicleta, como solución integral en caso de hurto. Conocidos como dispositivos de identificación remota, tenemos: código de barras, RFID, Bluetooth, WVAM móvil y SIM, y GPS.

4.1. Dispositivos de Identificación remota más conocidos

4.1.1. Código de barras

Tecnología muy conocida y de las más antiguas.



Figura 1. Código de Barras. (Logyca, 2015)

Conjunto de líneas paralelas verticales con diferentes anchos y espacios (Figura 1), que permiten codificar y comparar información de un artículo, esto con el propósito de ser leído por un escáner, este código proporciona la información, como características propias de cada producto (GS1 Logyca, 2017). Fue patentada en 1952, pero a mediados de los 60, las industrias mundiales iniciaron su uso, de manera que fuera estándar y global para las cadenas y proveedores a nivel mundial. (Códigos de barra online, 2016), esta tecnología es utilizada en centros de distribución bodegas, puntos de venta, y así poder tener: identidad de los productos, control comercial en mercados masivo, reconocimiento del producto y marcas, optimización de procesos de logística, información del movimiento del producto en el mercado, acceso al comercio electrónico, etc. Así mismo existen variados tipos de códigos de barras:

Tabla 1
Tipos de Código de Barra

Code	Descripción
 <p data-bbox="212 533 651 625"><i>Figura 2.</i> Código 128. (TEC Electrónica, 2016)</p>	<p data-bbox="784 380 1421 636">“Más utilizado en el ambiente de logística y sirven para etiquetar productos, como también en billetes y también postales. Este código posee una codificación alfanumérica, (figura 2). Este permite codificar un número total de hasta 106 caracteres diferentes” (Códigos de barra online, 2016).</p>
 <p data-bbox="220 905 646 997"><i>Figura 3.</i> Código 39. (TEC Electrónica, 2016)</p>	<p data-bbox="784 772 1421 940">“Primeros códigos que incluyeron la codificación alfanumérica, (figura 3). Este permite tener un total de 43 caracteres, este posee una longitud variable” (Códigos de barra online, 2016).</p>
 <p data-bbox="220 1209 646 1302"><i>Figura 4.</i> Código 93. (TEC Electrónica, 2016)</p>	<p data-bbox="784 1150 1421 1318">“Creado mejorando el code39, permitiendo así un total de 47 caracteres alfanuméricos e igualmente posee una longitud variable” (Códigos de barra online, 2016). Ver figura 4.</p>



EAN

El código EAN utilizado en Europa, en todos productos que se comercializan, las siglas tienen el significado de European Article Numbering, (figura 5). Es un código que permite la codificación numérica, y su longitud es limitada, sólo ofrece la posibilidad de codificar entre 8 a 13 dígitos en sus diversas variantes.(Códigos de barra online, 2016)

Figura 5. Código EAN (TEC Electrónica, 2016)



UPC

“UPC (*Uniform Product Code*), utilizado en los productos provenientes de los Estados Unidos y se caracteriza por ser un código del tipo numérico, posee longitud limitada de entre 7 a 12 dígitos, dependiendo de su versión” (Códigos de barra online, 2016). Ver figura 6.

Figura 6. Código UPC (TEC Electrónica, 2016)



QR

Quick Response, marca comercial de un código de barras bidimensional diseñado inicialmente para la industria automotriz. Es un código de barras cuadrado, (figura 7), que se compone de módulos negros (puntos/píxeles cuadrados), dispuestos en un patrón cuadrado sobre un fondo blanco. Se ha diseñado para ser leído por hardware específico (escáner de imágenes) o software (aplicaciones o "apps") que figuran en los teléfonos inteligentes.(GS1 Colombia, 2017)

Figura 7. Código QR. (TEC Electrónica, 2016)

4.1.2 Tecnología RFID

Identificación por radio frecuencia, “RFID” (en inglés Radio frequency Identification), sistema que recupera y almacena la información de las etiquetas RFID o microchips, la idea principal es transmitir la existencia de un objeto, que se marca con un *tag*, el cual envía la información que esta almacenada dependiendo de las necesidades que tenga la organización. (Fajardo, 2012).

La tecnología RFID, ha evolucionado de manera constante, convirtiéndose en una de las tecnologías de seguimiento más utilizadas en diferentes ámbitos: logística, accesos, transporte, etc., a continuación, se presenta en la figura 8, su evolución como tecnología:

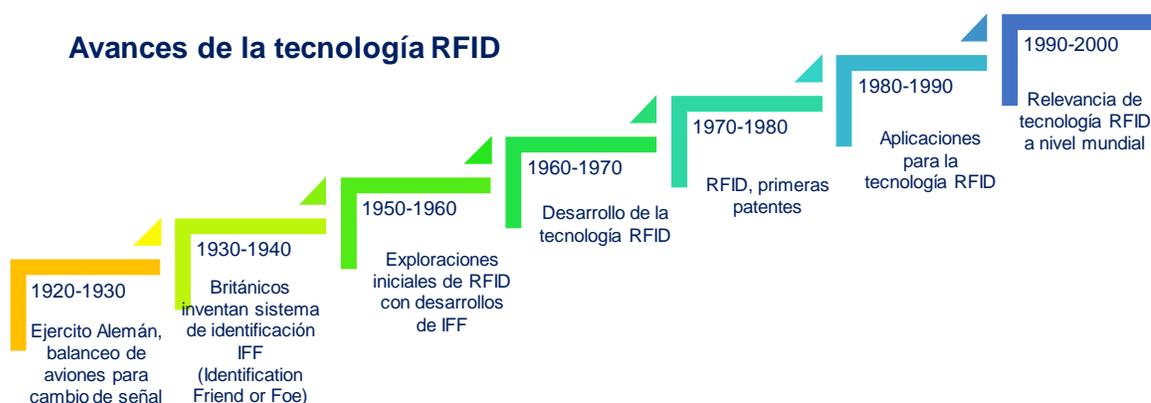


Figura 8. Avances de la tecnología RFID. Elaboración propia.

En esta tecnología se definen dos componentes principales, los *Tags* o etiquetas y lectores.

Tags: Como lo define Intermec, (figura 9), está compuesto por un chip, una antena y un sistema integrado: el chip y el sistema integrado se encargan del almacenaje de la información y la antena ayuda a transmitir la información en presencia de un lector.

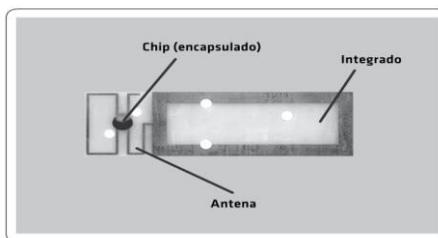


Figura 9. Componentes principales de un Tag RFID. (Intermec Technologies Corporation, 2007)

Las etiquetas pueden ser de tres tipos distintos dependiendo del lugar del que provenga la energía que utilizan para transmitir la respuesta. Pueden ser pasivas si no tienen fuente de alimentación propia, semi-pasivas si utilizan una pequeña batería asociada y activas si tienen su

propia fuente de alimentación. (Intermec Technologies Corporation, 2007). Además, se encuentran *Tags* de solo lectura y de lectura y escritura. Los más comunes son los de solo lectura, no obstante, en la industria se encuentra más utilidad a los de lectura y escritura, pues permiten guardar información relacionada con los procesos, logística, precios, estados, etc, y se pueden reescribir miles de veces. Las partes de un *tag* pasivo son: antena (absorbe las ondas RF y difunde la información), chip (almacena la información) y sustrato (une la antena con el chip). Otra de las propiedades de los *tags* es su capacidad de almacenamiento, ver tabla 2:

Tabla 2
Capacidad de almacenamiento de tags

Capacidad	Detalle
Un bit	Dos estados 1verdadero/activo, o falso/desactivo No necesita microprocesador Más económicos
128bits	Transportan números de identificación Con bits de paridad Programables
512bits	Contiene números de identificación, paquetes de datos, instrucciones de procesos o resultados anteriores Programables por el usuario
64 kb	Portadores de ficheros de datos

- Lectores:

Dispositivo que emite una honda de radio y están clasificadas de acuerdo con el rango de frecuencia emitido, como se explica en la tabla 3,

Tabla 3
Rangos de frecuencias. (Fernández, García, & Frías, 2006)

Banda de frecuencia	Características	Aplicaciones típicas
Baja 100-500 KHz	Lectura para corta y media distancia Sistemas con <i>tags</i> económicos Velocidad de lectura baja	Control de acceso Identificación de animales Control de existencias Inmovilizadores de automóviles

Intermedia 10-15 MHz	Lectura para corta y media distancia Potencialmente barato Velocidad de lectura media	Control de acceso Tarjetas inteligentes
Alta 850-950 MHz 2,4-5,8 GHz	Lectura para corta y media distancia Velocidad de lectura alta Línea de vista requerida Tecnología cara	Supervisión en sistemas ferroviarios y automotriz. Acceso y control de peaje

En la figura 10, se muestra el funcionamiento de la tecnología RFID

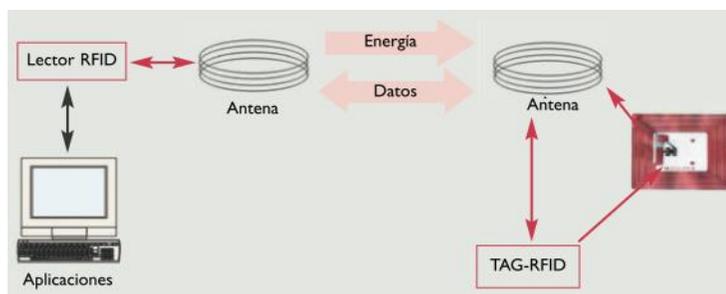


Figura 10. Funcionamiento tecnología RFID. (Fernández, García, & Frías, 2006)

Es importante conocer las regulaciones de radio frecuencia en Colombia, para esto el MinTic en su página aclara las bandas de frecuencia así: Para banda UHF: utilizadas por compañías de telefonía fija y móvil, compañías de rastreo satelital (automóviles y establecimientos) y emisoras radiales.

- Banda VHF: utilizada por telefonía móvil (GSM sistema global para comunicaciones móviles) y terrestre y emisoras radiales, además sistemas de radio de onda corta (aficionados), es una banda potente con alcance que puede ser en algunos casos a nivel nacional.
- Banda HF: similar a las anteriores, pero mucho más envolvente, permitiendo mayor cobertura nacional.

Dentro de las regulaciones nacionales de frecuencias existe el organismo de Colombia integrado al MinTic, ANE Agencia Nacional del Espectro, que con resolución 711 de octubre de

2016, establece las bandas de frecuencia de libre utilización en Colombia en donde se establece, entre otras cosas importantes a tener en cuenta: excepciones a límites de frecuencia: para el caso de RFID, banda en MHz de 13.553-13.567, límite de potencia o intensidad de campo $60\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ a 10m y banda en MHz de 433.5-434.5, límite de potencia o intensidad de campo $1.1\text{mV}/\text{m}$ a 3m.

Esto permite garantizar de manera legal la utilización de estas frecuencias sobre este tipo de tecnología.

4.1.3 Tecnología Bluetooth



Figura 11. Avances tecnología Bluetooth. Elaboración propia.

Bluetooth es una especificación regulada por el grupo de trabajo IEEE 802.15.1, que permite la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace de radiofrecuencia en la banda ISM de 2,4 GHz. Bluetooth, proviene del rey vikingo Harald Blatand (siglo X), que unificó y controló Dinamarca y Noruega. Esta tecnología se pretende unificar e interconectar dispositivos. Bluetooth permite conectar inalámbricamente diferentes dispositivos electrónicos, como asistentes digitales personales (PDA), teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc., lo que facilita, abarata y garantiza la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes. Bluetooth define un alcance corto (alrededor de 10m) y, opcionalmente, un alcance medio (alrededor de 100m).

4.1.4 Tecnología WWAN móvil (MWWAN) y SIM

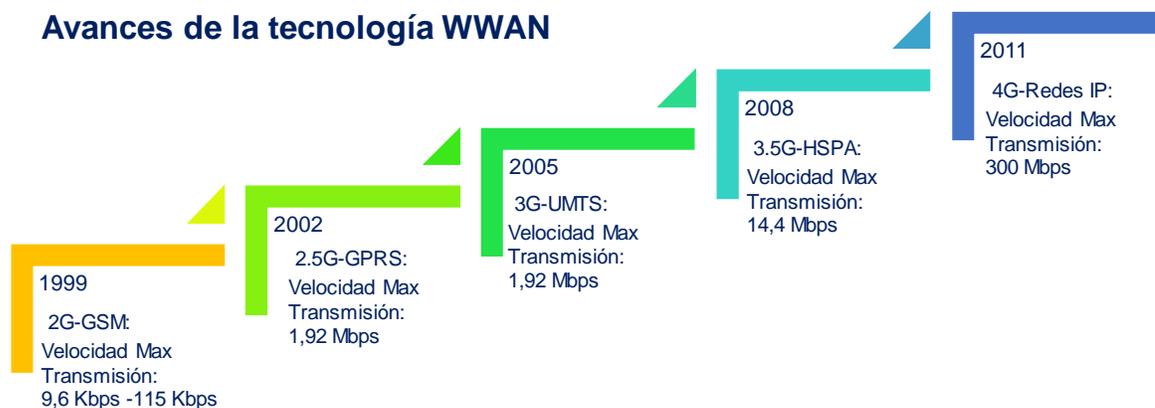


Figura 12. Avances tecnología WWAN. Elaboración propia.

Las redes MWWAN, la información se envía y recibe cuando las terminales están en movimiento, así mismo permite conexión simultánea y múltiples que utilizan los servicios. Existen diferentes tecnologías MWWAN, las más reconocidas:

- 2G – Segunda generación, sustituye a las redes móviles analógicas de primera generación. Básicamente estaban diseñadas para comunicaciones de voz, mensajería instantánea (SMS) y, esporádicamente, para transmisión de datos básicos. Esta generación contempla GSM (Group Special Mobile), organismo encargado de la normativa de transmisión y recepción para telefonía móvil. Esta tecnología apareció en el año 1990 con una velocidad de transmisión de 9,6 kbps. GSM opera por comunicación de circuitos; esto quiere decir que existe una fase de establecimiento de la conexión que añade tiempo de espera y que la llamada siempre estará abierta, aunque no haya transferencia de datos, mientras no se cierre la conexión.

- 2.5 Segunda generación y media, basada en las actualizaciones tecnológicas de las redes móviles GSM para aumentar la velocidad de transmisión de datos. Abarca GPRS y EDGE. GPRS, es una técnica de conmutación de paquetes que empezó a utilizarse en el 2001 y que se integró con la estructura actual de redes GSM. Esta tecnología permite una velocidad de datos de entre 56 y 115 kbps. Se aplican fundamentalmente a las transmisiones de datos que requieren tráfico discontinuo, como por ejemplo Internet y mensajería electrónica (SMS y MMS). También, desaparece el concepto de tiempo de conexión y dejan paso al de cantidad de información transmitida.
- 3G Tercera generación, respuesta a la especificación IMT-2000 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para disponer de banda ancha en telefonía móvil y transmitir un volumen de datos importante mediante la red. Con la tercera generación serán posibles las videoconferencias, descargar vídeos, ver televisión en tiempo real y poder realizar la mayoría de las operaciones desde el móvil. Abarca el sistema UMTS, como EDGE y UMTS, el estándar UMTS está basado en la tecnología WCDMA. UMTS se comercializó por primera vez en el 2005 y su velocidad máxima de transmisión de datos es 1,92 Mbps.
- 3.5G Tercera generación y media, el principal objetivo de aumentar considerablemente la velocidad de transmisión de datos por las necesidades actuales de los clientes consumidores. El paso previo de la cuarta generación 4G. Abarca los sistemas HSPA y HSDPA: HSPA (combinación de tecnologías posteriores y complementarias a 3G, como HSDPA o HSUPA). Teóricamente, admite velocidades de hasta 14,4 Mbps en bajada y hasta 2 Mbps en subida, dependiendo del estado o la saturación la red y de su implantación.
- 4G Cuarta generación: funciona con la tecnología de Internet donde toda la red es IP, combinándola con otros usos y tecnologías, como WiFi y WiMAX. 4G no es una

tecnología o estándar definido, sino una colección de tecnologías y protocolos que permiten el máximo rendimiento y con una red inalámbrica más barata. 4G incluye técnicas inalámbricas de alto rendimiento. La generación abarca los sistemas LTE y WiMax. LTE: es un nuevo concepto de arquitectura evolutiva (4G), también es la clave para el despegue de Internet móvil, ya que posibilita la transmisión de datos a más de 300 Mbps en movimiento, lo que permite la transmisión de vídeos o TV de alta definición. LTE (long term evolution), WIMAX, es una tecnología, entre WLAN y WWLAN, que permite hacer conexiones a grandes distancias, con grandes anchos de banda y sin necesitar línea de visión directa entre antenas. WiMAX cumple los estándares IEEE 802.16 y es compatible con otros estándares, como el IEE 802.11, para establecer sistemas de telecomunicaciones conjuntos.

4.1.5 Sistema de Posicionamiento Global

El Sistema de Posicionamiento Global (SPG) fue designado originalmente por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América como “Sistema de Navegación mediante Tiempo y Distancia” (Navigation Satellite Timing and Ranging; NAVSTAR, por sus siglas en inglés) y fue diseñado para proveer capacidad de navegación a las fuerzas militares de los Estados Unidos en aire, mar y tierra bajo cualquier condición climática. (Fallas, 2002)



Figura 13. Avances Tecnología GPS. (Awange, 2012)

Tres segmentos componen la infraestructura de GPS,

- Espacio, de responsabilidad Militar, formado por 24 satélites con una órbita de 26.560km de radio y un periodo de 12h.
- Control, compuesto por cinco bases monitoras que mantienen en órbita los satélites y supervisan el funcionamiento.
- Usuario, formado por antenas y receptores pasivos ubicados en la tierra, ver figura 14.

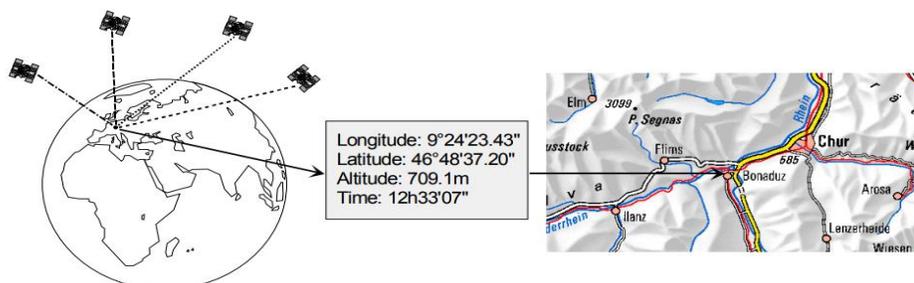


Figura 14. Principio de Funcionamiento. (Pozo et al., 2008)

La aplicación de la tecnología GPS se encuentra en los siguientes campos: estudio de fenómenos atmosféricos, localización y navegación en regiones inhóspitas, modelos geológicos y

topográficos, ingeniería civil, sistemas de alarma automática, sincronización de señales, guiado de disminuidos físicos, navegación y control de flotas de vehículos, sistemas de aviación civil, navegación desasistida de vehículos. (Pozo et al., 2008)

4.1.5.1 Las tecnologías y los sistemas inteligentes de transporte

Gracias a los avances tecnológicos ha sido posible mejorar el control de la operación de transporte, ver figura 15, adicionalmente ha traído ventajas en la reducción en los costos de operación. Rodrigo Julián & Fernanda Lina (2015) afirman: “Ésta reducción en los costos de operación de los sistemas de transporte es impulsada por la revolución tecnológica que busca satisfacer las necesidades de viajes, utilizando mecanismos que facilitan y agilizan la movilidad, a la vez que brindan seguridad a los usuarios, con beneficios adicionales como la reducción de las cifras de volúmenes de contaminación para así contribuir al cumplimiento de las expectativas de los gobiernos y sus actuales políticas ambientales de sostenibilidad.” (p, 2).

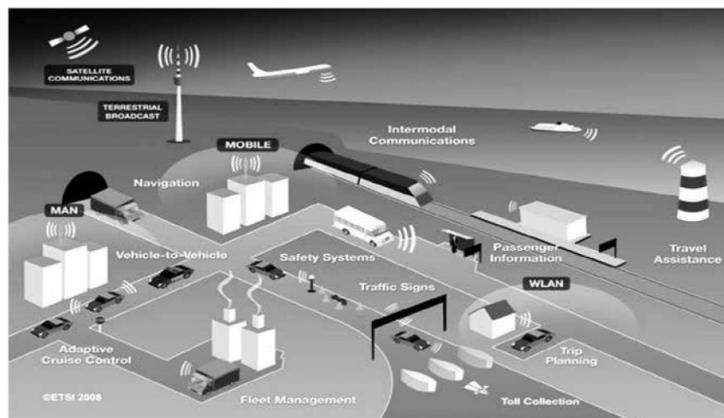


Figura 15. Esquema red inalámbrica para control de tráfico. (Rodrigo Julián & Fernanda Lina, 2015)

En la tabla 4 se muestran sistemas inteligentes de transporte y sus características.

Tabla 4

Características sistemas inteligentes de transporte modernos. (Rodrigo Julián & Fernanda Lina, 2015)

Sistemas de Información Avanzados de Viajeros	Provisión de información de tráfico en tiempo real
	Guía de ruta / Sistemas de navegación
	Información de estacionamiento
	Sistemas de Información meteorológica
Sistemas Avanzados de Administración del Transporte	Centros de operación del tráfico
	Control adaptable de señales de tránsito
	Señales de mensajes dinámicos
Sistemas de Tarifas de Transporte Habilitados	Peajes electrónicos
	Pago de tarifa o precio electrónico
	Líneas de expreso
	Tarifas de uso de vehículos por kilómetro recorrido
	Variables de las tarifas de estacionamiento
Sistemas de Transporte Público Avanzados	Información en tiempo real del estado del sistema de transporte público (autobús, metro, tren, etc.)
	Localización automática de vehículos
	Pago de tarifa electrónica (tarjeta inteligente)
Vehículo a Infraestructura de Integración y Vehículo a Vehículo de Integración	Sistema de anticolidión en intersecciones
	Adaptación inteligente de la velocidad

En Colombia se han desarrollado proyectos importantes integrando tecnologías para facilitar la transmisión de información, mejorar la comunicación y el control de transporte, entre otros: el proyecto liderado por el SENA Medellín y Logyca Bogotá, llamado Visibilidad de las operaciones de transporte a través de las tecnologías de información y comunicación, el cual consistió inicialmente en analizar cada uno de los procesos de la organización, luego detectaron

a nivel operativo, en el proceso de transporte y distribución, un alto porcentaje de los costos logísticos del transporte, cerca del 37%, lo que indicaba una gran oportunidad de mejora. Finalmente, y con el fin de aprovechar tal oportunidad, implementaron una plataforma tecnológica colaborativa que le permitiera integrar la información en tiempo real. La plataforma tecnológica está compuesta por el Electronic Data Interchange (EDI), Radio Frequency Identification (RFID) y Global. (Hernández, Álvarez, & Arango, 2012, p.7)

4.1.5.2 Sistemas AVL – Sistema de rastreo vehicular automatizado

Según el concepto de operaciones dispositivo AVL del Ministerio de transportes de Colombia, ver figura 16, los sistemas AVL son un conjunto de elementos de hardware y software que permiten ubicar geográficamente un vehículo durante un lapso de tiempo determinado, así como capturar otro tipo de variables físicas asociadas al automotor, como su velocidad y aceleración en un instante dado. Estos sistemas existen gracias a la implementación de los sistemas de geoposicionamiento global y las redes de comunicación celular.

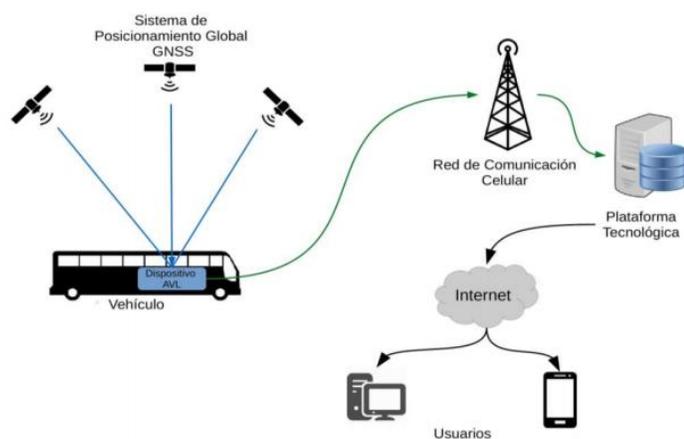


Figura 16. Sistemas AVL. (Ministerio de Transporte, 2016)

Dispositivo AVL: estos dispositivos capturan información desde un sistema de posicionamiento global y transmiten dicha información por una red de comunicación hacia un servidor o plataforma tecnológica.

Luego de conocer más sobre estas cinco (5) tecnologías, se realizó una investigación, para verificar si existían patentes, o más dispositivos o tecnologías que se utilicen en el rastreo e identificación de vehículos o bicicletas, también se verificó, si se ha aplicado alguna de estas soluciones al rastreo de bicicletas; como parte de esta exploración, tenemos lo siguiente.

4.2 Estado del arte

Se revisó el estado del arte y se encontró: patentes, aplicaciones de patentes y dispositivos disponibles en el mercado que utilizan tecnologías para rastrear e identificar cualquier clase de vehículo. También estudios sobre el robo de bicicletas en países como Canadá y aplicaciones a nivel académico, en seguida un resumen de estas:

4.2.1 Patentes

Patente US5815069

Un sistema de prevención de robo de bicicleta 10 para uso con bicicletas 100 que incluye una unidad de alarma 11 y una unidad de seguimiento 12 dispuesta dentro del armazón 101 de la bicicleta 100 y una unidad de marcado de tiempo retardado 14 e inmovilización física temporal 15 dispuesta en el exterior de la bicicleta 100, (figura 17). Se puede emplear una unidad de seguimiento manual 19 para establecer la ubicación de la bicicleta robada 100.(Horton, 1998, p.1)

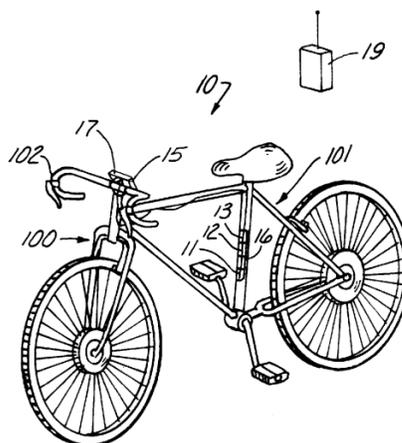


Figura 17. Esquema general. (Horton, 1998)

Aplicación de Patente US 2013/0150028A1

Los sistemas de monitoreo y recuperación de robo de bicicleta incluyen un dispositivo de rastreo con capacidades de geolocalización que se puede montar o integrar en una bicicleta u otro activo. Las comunicaciones entre el dispositivo de seguimiento y un servidor en red o un dispositivo de usuario permiten configurar el dispositivo de seguimiento y recibir informes de perturbaciones de los activos. El servidor coordina dispositivos y activos de seguimiento para una pluralidad de usuarios. En algunos ejemplos, un dispositivo móvil de usuario está configurado para mostrar el estado del rastreador, informes de perturbaciones y ubicación de activos e iniciar alarmas en respuesta a informes de perturbaciones del dispositivo de rastreo. (Akins, Goodson, Skeggs, Rumbaugh, & Zyla, 2013).

En las figuras 18, 19 y 20 se representan bosquejos de cubre esta patente.

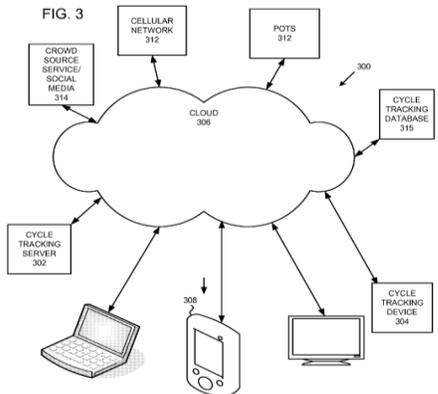


Figura 18. Esquemas registrados a. (Akins et al., 2013)

FIG. 6

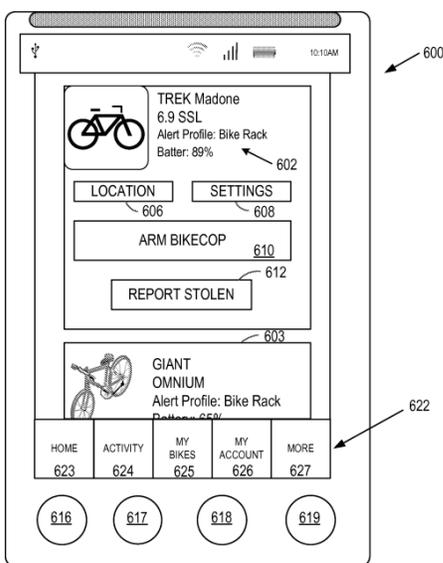


Figura 19. Esquemas registrados b. (Akins et al., 2013)

FIG. 14

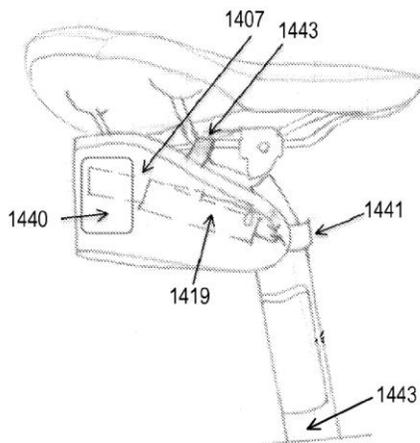


Figura 20. Esquemas registrados c. (Akins et al., 2013)

4.2.2 Estudio Robos de Bicicletas otros países (hurto)

Rompiendo con el robo de bicicletas: información de Montreal, Canadá

En este artículo van Lierop et al., (2015) analiza la problemática con las bicicletas en Montreal, el objetivo de este estudio es (...) “comprender el robo de bicicletas respondiendo las preguntas de "quién", "qué", "dónde", "cómo" y "cuándo". Los hallazgos de este estudio son útiles para comprender mejor y, en última instancia, reducir el robo de bicicletas en Montreal” (van Lierop et al., 2015, p.2).

Para este estudio, se utilizó una encuesta, la cual fue respondida por 2039 residentes de Montreal, como conclusión de este estudio, se tiene:

- Más del 50% de los participantes fueron objeto de un robo de bicicletas en su tiempo de vida como ciclistas activos.
- “(...) el valor monetario de una bicicleta, tipo de cerradura y el género de un ciclista influyen en su probabilidad de haber sido víctima de un robo de bicicleta” (van Lierop et al., 2015).
- Los mapas de calor permiten localizar los robos frecuentes.
- Casi el 20% de los encuestados habían sido víctimas tres veces o más de robo.
- Las bicicletas nuevas son las más robadas.
- “Existe un gran potencial para la reducción de robos al mejorar la provisión de instalaciones de estacionamiento de bicicletas y los hábitos de bloqueo”(van Lierop et al., 2015).
- Frente al tema de estacionamientos la mayoría de las personas encuestadas manifestó insatisfacción con las instalaciones por no tener la infraestructura adecuada.

Adicionalmente, los autores muestran el desarrollo de una bicicleta llamada “Puma”, la cual incorpora un diseño especial para mejorar el estacionamiento seguro.

En primer lugar, la bicicleta se puede plegar, lo que permite asegurar tanto las ruedas como el marco. En segundo lugar, la sección diagonal del cuadro de la bicicleta está hecha de alambre de acero en lugar de tubos metálicos. Esto es para que el cable pueda separarse de la parte superior del marco, pasar por las ruedas y luego bloquearse para asegurar la bicicleta. Si se corta, la integridad estructural de la bicicleta se ve comprometida, lo que hace que la bicicleta sea inutilizable. (Johnson et al., 2008, p.7), ver figura 21.



Figura 21. Bicicleta Puma. (Johnson et al., 2008, p.7)

4.2.3 Referencias académicas. Uso de dispositivos de rastreo e identificación (Mitigación asalto).

Tecnología Bluetooth

Estudio desarrollado en la Universidad nacional de Taiwan. Artículo: “*BikeTrack: Rastreado bicicletas robadas a través de teléfonos móviles de uso cotidiano y detección participativa*”, ver figura 22.



Figure 1. BikeTrack System Overview.



Figure 2 (a) the Bluetooth device (b) mounted to a bicycle. We used a keychain and double-sided tape to lock the tag underneath the Bike

Figura 22. Visión general sistema rastreo. (Lai, Lin, Su, & Chu, 2011)

BikeTrack, es una solución que desarrollaron en la universidad nacional de Taiwan, no sólo para disminuir los robos sino para que en caso de recuperar la bicicleta se pueda tener las herramientas de localización y autenticación de ésta. Esta solución tiene tres componentes principales el bluetooth personalizado (10 a 20 mts) integrado a la cicla, celular con APP y un servidor centralizado.

El bluetooth se tomó dentro de las diferentes soluciones del mercado como RFID, Wifi, GPS, etc., por ser económico y porque todos los teléfonos móviles cuentan con esta forma de comunicación por esta vía, su batería tiene duración de 40 a 50 días. La aplicación desarrollada lo que debe hacer es escanear el ID bluetooth y así se realiza la conexión, puede realizar la misma cada 20 segundos y así podrá rastrear el móvil contra el bluetooth personalizado. El servidor ejecuta un servicio apache HTTP con base de datos MySQL bajo Linux. Permite tener la información de los usuarios, así mismo que ellos se conecten a la Web y así ubicar su bicicleta en Google Maps. Esta solución además de ser económica es una herramienta colaborativa, en donde

cada uno de los usuarios desde su APP puede detectar el bluetooth de la bicicleta robada de otro usuario.(Lai, Lin, Su, & Chu, 2011)

Tecnología celular 3G y 4G.

Pontificia Universidad Javeriana. Tesis: Troya Sistema de seguridad para bicicletas.



Figura 23. Sistema Troya dispositivo. (Polanco, 2016).



Figura 24. Sistema Troya. (Polanco, 2016).

La solución desarrollada se denomina Troya, ver figuras 23 y 24. El objetivo de esta solución no solo es disuadir el robo, sino que en el momento del robo poder bloquearla y la ubicación es actualizada en un servidor. Este será la solución o señuelo para dismantlar las bandas delincuenciales. Este proyecto desarrollado en la Universidad Javeriana utiliza dispositivo de rastreo como GPS, así mismo mediante sensores, que deben estar programados cuando el bien este en estado inmovilizado permite detectar movimientos de robo. Estos sensores son ubicados en un candado diseño para este fin (propuesta de diseño propio del proyecto de la universidad), así mismo o desde esta tecnología permite ejecutar el bloqueo de la bicicleta, pues el candado está ubicado en la llanta trasera. Para este proyecto se realizó encuesta a usuarios, preguntándoles ¿Sí estarían

dispuestos a invertir?, y teniendo en cuenta el costo del mismo (aprox 120.000 a 150.000), la mayoría por el alto valor, no.

Tecnología RFID y Bluetooth

Universidad Nacional de Colombia. Artículo: Uso de tecnologías emergentes para el monitoreo de tráfico vehicular.

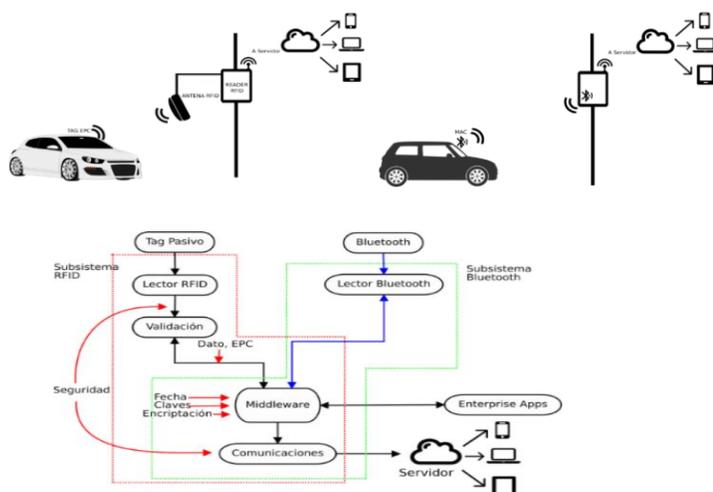


Figura 25. Laboratorio Piloto Universidad Nacional de Colombia. (Silva, Henao, Pedraza, & Vega, 2015)

En la Universidad Nacional, se realizó estudio sobre monitoreo vehicular en donde tomaron de las más reconocidas tecnologías de identificación remota, esto aplicado a ITS (sistemas inteligentes de transporte), ver figura 25. La implementación de ITS, ayuda a los procesos de tráfico, teniendo en cuenta las diferentes variables de tránsito y utilizando tecnologías de largo alcance como el bluetooth y el RFID. Dentro de este ejercicio tuvieron en cuenta la información obtenida en los diferentes lectores, información de los diferentes servicios e información de los servicios que se tienen a partir de los diferentes lectores. Dentro de la arquitectura diseñada para los sistemas con RFID y bluetooth, utilizaron además de antenas, software para encriptar, etc, emplearon GSM de telefonía móvil, esto para hacer eficiente la comunicación de los lectores y la

plataforma. El experimento se realizó dentro de la universidad en los accesos vehiculares en donde a la entrada estaban los lectores y en los vehículos del ejercicio la etiqueta para ser leída (700 vehículos participaron), adicional se realizaba el conteo de forma manual. El otro ejercicio con bluetooth fue colocar dos lectores sobre la calle 26, con el fin de poder medir la velocidad de los vehículos, para esto tomaron la dirección MAC (medium Access control) de los dispositivos y sobre este realizaban la lectura con el fin de medir los vehículos que transitaban por esta vía, a este ejercicio también le realizaron una medición manual durante una hora. El resultado para los dos ejercicios resulto un nivel de error entre la medición manual y con los dispositivos, entre 5 y 44 %, la causa a la ubicación de antenas, interferencia del mismo vehículo contra la ubicación del dispositivo, y la polarización de las antenas y de los *tags* al emitir la lectura.

La conclusión de este ejercicio es que la implementación de este tipo de dispositivos de identificación remota, funcionan. Esto a gran escala puede facilitar estudios en la movilidad vehicular.(Silva, Henao, Pedraza, & Vega, 2015)

Cámaras de vigilancia en una red de transporte público masivo

Revista ingeniería y ciencia Universidad Eafit. Artículo: Modelos de localización de cámaras de vigilancia en una red de transporte público masivo.

En este artículo, los autores plantean un estudio de localización de cámaras en un sistema de transporte masivo, donde trabajan dos objetivos, el primero, cantidad de crímenes detectados por cámara y el segundo, la calidad de imágenes captadas por el sistema.

En la figura 26 se presenta un sistema de transporte masivo por medio de un grafo, donde los nodos simbolizan las estaciones del sistema y los arcos las rutas entre estaciones.

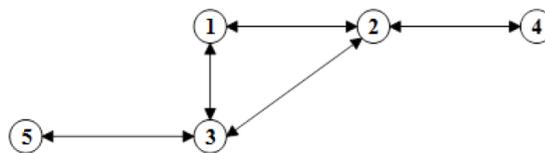
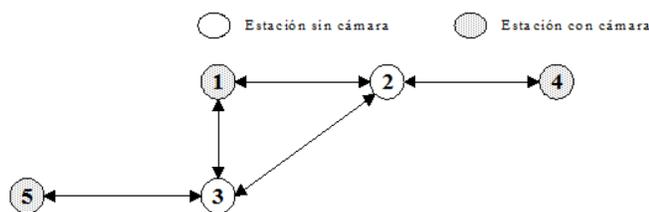
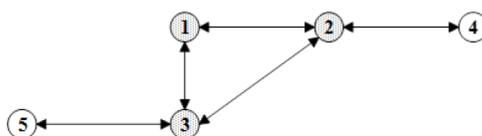


Figura 26. Ejemplo de grafo de un sistema de transporte masivo con 5 estaciones. (Solano-Pinzón, Pinzón-Marroquín, & Guerrero, 2017).

Se desarrollo por medio de modelos de optimización basados en programación entera, considerando múltiples periodos, diferentes restricciones como presupuesto y conectividad. Algunas de las soluciones propuestas se observan en la figura 27.



Solución No. 1 (solución infactible).



Solución No. 2 (solución factible).

Figura 27. Soluciones posibles. (Solano-Pinzón, Pinzón-Marroquín, & Guerrero, 2017).

Al final y luego de iteraciones, experimentos computacionales y comparaciones entre modelos se concluye,

Se han propuesto dos formulaciones matemáticas basadas en programación entera que permiten determinar en un tiempo razonable la localización óptima de las cámaras de vigilancia en una red de transporte en un horizonte de planeación con múltiples períodos

discretos, según dos criterios diferentes: seguridad y cobertura. (Solano-Pinzón et al., 2017, p.91)

En este artículo se demuestra la integración de tecnologías en sistemas de transporte y el aporte de la Ingeniería utilizando modelos matemáticos para la optimización, teniendo en cuenta las diferentes restricciones.

Con lo anterior es evidente que a nivel académico en Colombia y el mundo, se ha analizado y probado soluciones utilizando los dispositivos de rastreo nombrado anteriormente, esto confirma su aplicabilidad.

Como parte de estas soluciones que integran tecnología de identificación remota, en los diferentes portales de comercio electrónico también se encontró variedad de dispositivos con este alcance y al alcance los usuarios, los más relevantes de este mercado:

4.2.4 Tecnología para identificación y rastreo existentes comercialmente

- Nombre comercial: *Smart GPS Tracker with Power Magnetic Anti-theft Device Tracking Tool for Bike Car Police and Personal safety (Black)*. Ver figura 28.



Figura 28. Smart GPS Tracker. Referencias comerciales tomadas de <https://www.amazon.com>.

- Nombre comercial: *G105 - Hidden Mini Bicycle GPS Tracker Shock Geo-fence Alarm Support Google Map Real-time Tracking*. Ver figura 29.



Figura 29. *Hidden Mini Bicycle GPS*. Referencias comerciales tomadas de <https://www.amazon.com>.

- Nombre comercial: *Specam Quad Band Real time Bicycle GPS Tracker with Hidden Intallation GPS305*. Ver figura 30.



Figura 30. *Specam Quad Band Real time bicycle GPS*. Referencias comerciales tomadas de <https://www.amazon.com>.

- Nombre comercial: *Antitheft tracker / Sherlock /GPS*. Ver figura 31.

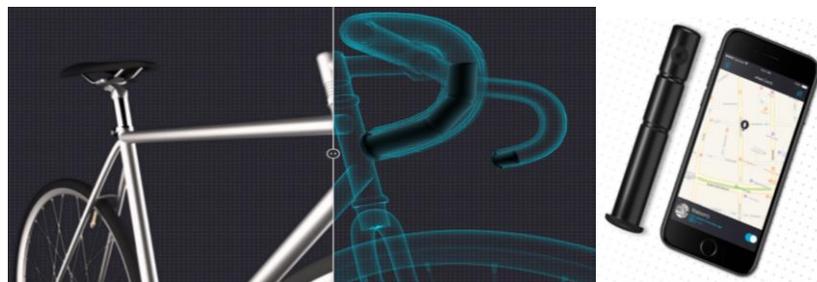


Figura 31. *Antitheft tracker*. Fuente: <https://www.sherlock.bike/en/>

La existencia de este tipo de dispositivos, demuestran que, si es viable utilizar tecnología de identificación remota aplicable a solucionar esta problemática del robo de bicicletas, es así como se puede concluir que sí existen productos, también se pueden desarrollar soluciones integradas, todos asociados a mitigar el hurto de bicicletas.

4.3 Medidas y normas internacionales como fomento al uso de la bicicleta

Teniendo en cuenta los diferentes planes del distrito y programas de seguridad, vale la pena conocer experiencias en países que han trabajado al igual que en Bogotá, en soluciones que cubra las necesidades y que reduzca el índice de hurtos de bicicletas. Se conocen experiencias en países como España, Portugal, Holanda, Dinamarca y Reino Unido.

4.3.1 España – Portugal

En España y Portugal desde mediados de los 90's se ha venido trabajando hacia el fomento del uso de la bicicleta, veinte años después es posible observar el avance en ciudades españolas y portuguesas, donde la infraestructura vial y normatividad generan unas condiciones importantes para que el uso de la bicicleta siga tomando fuerza. Dentro de la documentación y normatividad en la protección de la Bicicleta, se encuentra Registros Únicos y marcación, además se observa la red que ha crecido entorno al uso de la Bicicleta uniendo no solo ciudades de un mismo país sino también países como España y Portugal. En la tabla 5 se listan los ayuntamientos que hacen parte de la Red denominada Red CiViNET España y Portugal- “Las Ciudades y la Bicicleta, 2015” (Diez Martínez, 2015).

Tabla 5
Registros Únicos de Bicicletas en España

	Fecha de implantación	Bicicletas disponibles	Estaciones	Usuarios registrados	Usuarios diarios	Rotación de bicicletas (día)
Madrid (BiciMAD)	2014	2.028	165	51.328 (julio 2015)	10.372	5.1
Barcelona (Bicing)	2007	6.000	423	95.116 (julio 2015)	36.000	6.0
Valencia (Valenbisi)	2010	2.750	275	92.800 (2015)	35.000	12.7
Sevilla (Sevici)	2007	2.650	260	38.000 (dic 2014)	13.501	5.1
Málaga (Malagabici)	2013	400	23	27.000 (abril 2015)	4.000	10.0
Murcia (MUyBICI)	2015	600	60	1.200 (mayo 2015)	n.d.	n.d.
Victoria -Gasteiz	-	-	-	-	-	-
Oviedo	-	-	-	-	-	-
Pamplona (Nbici)	2007	100	5	4.000 (2014)	35	0.4
San Sebastián (Dbizi)	2013	100	16	2.000 (2015)	n.d.	n.d.
Burgos (Bicibur)	2006	150	20	542 (2014)	58	0.4
Santander (Tusbic)	2008	200	17	65.313 (abril 2015)	101	0.5
Amadora	-	-	-	-	-	-
Castellón de la Plana (BiciCas)	2008	400	50	3.120 (mayo 2015)	1.500	3.8
León (León te presta la bici)	2007	100	20	10.234 (2014)	118	1.2
Ponferrada (Ponferrada te presta la bici)	2014	300	30	n.d.	n.d.	n.d.
Ségovia (Sé Bici)	2008	100	7	3.001 (2014)	n.d.	n.d.
Torres Vedras (Agostinhas)	2013	290	14	1.600 (marzo 2015)	1.000	3.4

Nota. Fuente: elaboración propia basado en (Diez Martínez, 2015)

4.3.2 Ayuntamiento de Barcelona

En el Ayuntamiento de Barcelona se ha trabajado sobre el Plan Estratégico de la bicicleta y Directrices Metropolitanas de Movilidad. Este plan es uno de los más referenciados a Nivel España, debido a que es el más completo, ya que considera diferentes aspectos, tales como:

- Registro de la Bicicleta: Una medida de mitigación contra el hurto, para lo cual se estableció unos requisitos mínimos: Registro voluntario y sin costo, Para Bici usuarios mayores de edad, residentes en Barcelona, Un número que identifique la bicicleta, el cual puede ser el de fabrica en el marco, ver figura 32.



Figura 32. Identificación de bicicletas. (Ayuntamiento de Barcelona, 2002)

- El ayuntamiento de Barcelona recomienda un sistema de marcaje, el cual también trae un número de identificación, ver figura 33.



Figura 33. Identificación de bicicletas. (Ayuntamiento de Barcelona, 2002)

4.3.3 Ayuntamiento Sevilla

Una experiencia exitosa de promoción de la movilidad en bicicleta en el Sur de Europa. Este artículo describe el éxito del fomento del uso de la bicicleta y de nota un incremento en un 6% en los últimos años. De acuerdo con el artículo este éxito se debe a un proceso social y a unas políticas claras de promoción de la bicicleta. (Marqués, 2011)

Adicionalmente Sevilla cuenta con un compendio de once ordenanzas o acuerdos que regulan el uso de la bicicleta. Entre los temas que regulan estas normas tenemos:

- Se crea un registro voluntario de bicicletas, gestionado por el Ayuntamiento, cuyo objetivo es la lucha contra el robo.
- En particular el registro voluntario de bicicletas es desarrollado en el compendio de ordenanzas, aprobadas por el Ayuntamiento el 18 de abril de 2008, seguidamente, un fragmento del reglamento.

Título III - De las Bicicletas, CAPITULO II - Del Registro de Bicicletas - Artículo 45. El Ayuntamiento creará un Registro de Bicicletas, de inscripción voluntaria, con la finalidad de evitar los robos o extravíos de las mismas y facilitar su localización. En el mismo podrán ser registradas las bicicletas que dispongan de número de serie cuya gestión será competencia de la Gerencia municipal de Urbanismo.

Podrán registrar sus bicicletas las personas mayores de catorce años, aportando los siguientes datos: Nombre y apellidos del titular, Domicilio y teléfono de contacto, Número del documento de identidad, Número de serie de la bicicleta, Marca, modelo y color de la bicicleta.

En el caso de bicicletas pertenecientes a menores de catorce años, la inscripción se realizará a nombre de sus progenitores o tutores legales.

Al inscribir el vehículo en el Registro, su titular podrá hacer constar si dispone de aseguramiento voluntario.

Las normas de funcionamiento del Registro de Bicicletas serán establecidas mediante la correspondiente resolución.(Ayuntamiento de Sevilla, 2007).

4.3.4 Ayuntamiento de Alicante

El ayuntamiento de Alicante no es la excepción en el desarrollo del uso de la Bicicleta, se rige por una estructura normativa similar a La de Barcelona, en este caso la Ordenanza titulada, “ORDENANZA DE CIRCULACIÓN DE PEATONES Y VEHICULOS”, aprobada el 29 de noviembre de 2011, en el artículo 64 decreta, “Registro de bicicletas”.

- El Ayuntamiento podrá crear un registro de bicicletas, de inscripción voluntaria con la finalidad de prevenir los robos o extravíos de las mismas y facilitar su localización, que será gestionado por el organismo municipal competente.
- Mediante acuerdo o resolución del órgano competente, se establecerán las instrucciones para el funcionamiento del registro. (Ayuntamiento de Alicante, 2011)

4.3.5 Ayuntamiento de Pamplona

El ayuntamiento de Pamplona sigue el mismo esquema normativo para el fomento del uso de la bicicleta, como se aprecia a continuación en la ordenanza municipal de circulación hacen énfasis en el registro de bicicletas.

Ordenanza municipal de bicicletas de Pamplona

CAPÍTULO IV.- DE LA CIRCULACIÓN Y USO DE LAS BICICLETAS Y CICLOMOTORES.

Artículo 29.- Registro de bicicletas. El área que ostente la competencia en movilidad podrá crear un registro de bicicletas, exigiendo la inscripción en el mismo a todas las bicicletas

que pretendan circular por aceras señalizadas, parques, paseos y áreas peatonales. La inscripción en el registro supondrá la obtención de una matrícula que facultará para circular por las zonas señaladas. Para la inscripción en el registro será necesario estar en posesión de un seguro de responsabilidad civil con las condiciones que se recojan en la resolución de la creación del registro.(AMTS, 2011)

El registro único en Pamplona fue implementado con la empresa Bicitronic en el año 2011, tenía un coste de 24 Euros que cubría el registro en la base de datos del ayuntamiento, un número de identificación y un marcaje físico, como se muestra en las imágenes 34 y 35.

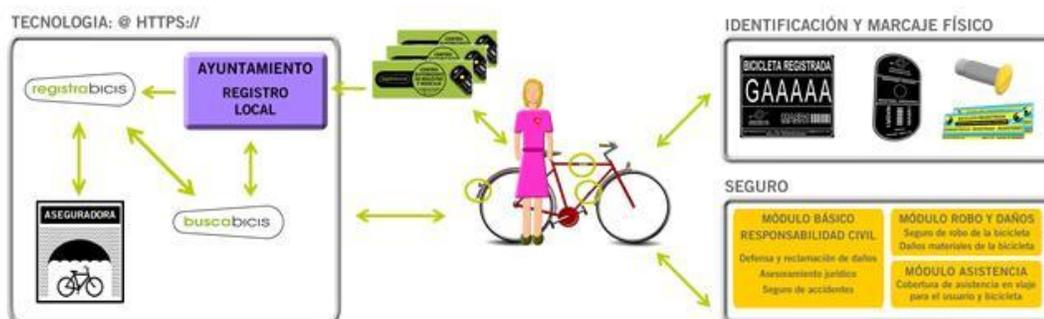


Figura 34.Registro de Bicicletas. Ayuntamiento de Pamplona. (CuartoCanal.es, 2013)



Figura 35.Registro de Bicicletas. Ayuntamiento de Pamplona (CuartoCanal.es, 2013)

Sin embargo, luego de dos años de implementación del registro de bicicletas menos del 5% de Bici usuarios de Pamplona estaban registrados, adicionalmente la empresa Bicitronic se declaró en quiebra, dejando a los bici usuarios registrados sin garantías. Finalmente, en 2013 Pamplona se integró a la Red de Ciudades por la Bicicleta, la cual es administrada por el sistema de registro, Biciregistro.es. (NOTICIAS DE NAVARRA /Salvo, 2015, p. 1)

4.3.6 Otros países - Holanda

Holanda conocida como “el paraíso de las bicicletas”, no se salva del robo de bicicletas, cada año se roban miles de ellas. Por tal razón, la policía al ver que es un fenómeno común y no tan fácil de combatir por la cantidad de ejemplares, opto por concentrarse en la prevención, de esta manera género una lista de consejos para asegurar la bicicleta:



Figura 36. Estacionamiento de bicicletas. Holanda (*Holland-Cycling.com*, 2013)

- Asegúrese de que su bicicleta no sea robada. Utilice uno de los lugares para estacionamiento de bicicleta vigilado. (*Holland-Cycling.com*, 2013). Ver figura 36.
- Bloquee su bicicleta en todo momento. Ya sea que esté en una tienda o disfrute de refrescos en una terraza, dejar su bicicleta desbloqueada nunca es una opción, cualquiera puede agarrar su bicicleta.

- Utilice candados certificados, algunas cerraduras pueden abrirse en segundos con sólo un destornillador. Asegúrese de usar cerraduras certificadas a prueba de ladrones. Estos toman más tiempo para abrirse. (figura 37)



Figura 37. Utilice por lo menos 2 cerraduras y asegure su marco de la bici a un objeto sólido. (Holland-Cycling.com, 2013)

- Los ladrones usan herramientas pesadas para cortar las cerraduras (figura 38). Cuanto más alto aseguras tu cerradura, mejor. Mantener su cerradura lejos del suelo hace que sea más difícil de abrir, ya que no es posible utilizar el suelo para el apalancamiento.



Figura 38. Elija un lugar seguro para parquear su bicicleta. (Holland-Cycling.com, 2013)

- Elija una ubicación segura. Tendrá que utilizar sentido común en esta recomendación. Mire cuidadosamente dónde estaciona su bicicleta: las bicicletas vandalizadas y las cerraduras rotas nunca son una buena señal. En los centros de la ciudad y en la mayoría de las estaciones de tren (más grandes) hay estacionamiento.

- Nunca deje objetos de valor en su bicicleta. Es bastante obvio que dejar objetos de valor, como su dinero, pasaporte o su GPS en su bicicleta, nunca va a ser una buena idea. (*Holland-Cycling.com*, 2013)

4.3.7 Dinamarca y Reino Unido

Como lo presenta Crowe & Kent en su investigación llamada, “Ruedas gratuitas: una evaluación del robo de bicicletas en Dinamarca y Reino Unido”. Describen la problemática e identifican los factores causantes, analizan y confrontan los actores por medio de entrevistas, encuestas y observación.

Crowe & Kent (2013) muestra en cuadro resumen medidas preventivas desarrolladas en Holanda, Dinamarca y Reino Unido, lastimosamente los resultados no son tan buenos, según los autores por la falta de cubrimiento de la implementación en todas las ciudades de cada país.

Dinamarca al igual que Holanda y Reino Unido ha optado por mitigar la pesadilla del hurto de bicicletas estacionadas por medio de medidas para el aseguramiento de las bicicletas en lugares públicos. De acuerdo con las estadísticas nacionales de 2009 a 2011 fueron documentados 71.697 casos de hurto y gracias a campañas contra el hurto en 2016 disminuyeron los casos de bicicletas robadas a 52.465. Al parecer las medidas preventivas han funcionado por el momento, sin embargo, el flagelo del hurto persiste.

4.4 Medidas y normas nacionales como fomento al uso de la bicicleta en Bogotá

En los últimos años se ha incrementado el uso de bicicletas, convirtiéndose en un medio alternativo en las grandes ciudades de Colombia, como es el caso de Bogotá, en donde los problemas de movilidad han ayudado al crecimiento del uso de este medio de transporte, es así como la secretaria de movilidad SMB ha impulsado el uso de la bicicleta por medio de estrategias como el Plan Bici.

El distrito ha realizado campañas para el uso de bicicleta, que incluye: el reto, ciclo-parqueaderos, onda bici segura, directo ciclo vía, muévete mejor, etc.

Unido a esta estrategia, el distrito ha divulgado el proyecto del plan Maestro de desarrollo 2016-2020, en abril de 2016, este incluye:

- 120 km nuevo de ciclo-rutas.
- Esquemas de APP para ejecutar y complementar el uso de las ciclo-rutas.
- Esquemas APP para promover la seguridad en las vías por donde circulan bicicletas.
- Ciclo-estacionamientos, puntos estratégicos que integren servicio público y bicicletas.
- Modelo de gestión de no-motorizados, garantiza la integridad y estrategia del uso de la bicicleta.
- Institucionalización de la gerencia de la bicicleta, con planes de acción, promover los proyectos y afines con el propósito de afianzar el uso de la bicicleta.
- Cultura ciudadana, comportamiento de los actores viales.
- Acciones para evitar el hurto, uso de circuitos cerrados de televisión.

Revisando las normas, enfocadas a la bicicleta, en Colombia no existe una política clara acerca de la propiedad de la bicicleta, se cuenta con un código de tránsito de acuerdo con la Ley 769 de 2002 en sus artículos básicos (94 y 95) sobre el uso y vías de tránsito de una bicicleta, así:

- Ley 769 de 2002.

“TITULO III NORMAS DE COMPORTAMIENTO

CAPÍTULO V - Ciclistas y motociclistas

- Artículo 94. Normas generales para bicicletas, triciclos, motocicletas, motociclos y mototriciclos. (...).
- Artículo 95. Normas específicas para bicicletas y triciclos” (Congreso de la Republica, 2002, p.38).
- “RESOLUCIÓN 009 DE 2002 (enero 31). POR MEDIO DE LA CUAL SE EXPIDEN NORMAS RELACIONADAS CON EL TRÁNSITO DE VEHICULOS NO AUTOMOTORES” (Secretaría Distrital de Tránsito y Transporte, 2002).

En ningún de sus apuntes, se especifica temas sobre mecanismos de identificación que controlen y regulen la propiedad de este bien activo a los usuarios dueños de las bicicletas. Continuando con la búsqueda de políticas y normatividad para el control, se encuentran varios proyectos de ley, intentos del Concejo de Bogotá y el distrito, enfocados a la problemática de control de identidad de las bicicletas. Entre los proyectos que se han desarrollado, pero no se han aprobado, se encuentran:

- PROYECTO DE ACUERDO 335 DE 2015.
 “Por el cual se establece un registro voluntario único de control y marcación de las bicicletas que circulan en Bogotá D.C”
 (...) El objeto del presente Proyecto de Acuerdo es dar respuesta a problemas de seguridad. Con esta iniciativa se pretende impedir el extravío de las bicicletas, dificultar su robo y poner en marcha, en su caso, mecanismos de detección e identificación que permitan su recuperación en el Distrito Capital. (Concejo de Bogotá, 2015, p.1)
- PROYECTO DE ACUERDO No. 036 DE 2016.

“Por el cual se crea el sistema único distrital de registro de bicicletas en el distrito capital”

(...) El presente Proyecto de Acuerdo, tiene como propósito la creación del Sistema Único Distrital de Registro de Bicicletas en la ciudad de Bogotá, con el fin de establecer un mecanismo de gestión pública para la identificación, control y monitoreo de este tipo de vehículos no motorizados que circulan a lo largo de la red de ciclorrutas que integran la ciudad. (Concejo de Bogotá, 2015. p.1)

- PROYECTO DE ACUERDO No. 175 DE 2016.

“Por el cual se establece el sistema de registro distrital voluntario único de control y marcación de bicicletas en Bogotá D.C.”

(...) El objeto del presente Proyecto de Acuerdo es implementar un mecanismo tecnológico que logre identificar, detectar y controlar las bicicletas que son objeto de hurto en la ciudad, con la finalidad de combatir la venta ilegal de bicicletas robadas y/o de sus partes en Bogotá, que permitan su recuperación en el Distrito Capital. (Concejo de Bogotá, 2016, p.1)

A finales del año 2016, se publica la ley enfocada al uso de la bicicleta, ajustando así mismo el código de tránsito:

- “LEY 1811 DE 2016 (octubre 21). Por la cual se otorgan incentivos para promover el uso de la bicicleta en el territorio nacional y se modifica el código nacional de tránsito”(Congreso de la República de Colombia, 2016).

Esta ley, permite incentivar el uso de las bicicletas para empleados públicos, en donde se le realizará retribuciones y/o beneficios laborales (Congreso de la República de Colombia, 2016). Esta ley sería parte fundamental dentro del código de tránsito, pero aún está en estudio.

Con los proyectos no aprobados por el Concejo y el distrito, deciden integrar los tres proyectos no aprobados (335,036 y 175), y se desarrolla y aprueba el acuerdo 674 el 23 de mayo de 2017 así:

- “PROYECTO DE ACUERDO No. 674 DE 2017. “Por el cual se establece el sistema único distrital de registro, administrativo voluntario de control y marcación de bicicletas en Bogotá D.C.” (Concejo de Bogotá, 2017, p.1).

Este acuerdo una vez aprobado en mayo de 2017, inicia el proceso de ejecución por parte de la administración de la alcaldía, en donde como cualquier proyecto entra en la fase de análisis, desarrollo, ejecución e implementación.

En Bogotá el robo se ejecuta en dos modalidades, el hurto a bicicletas estacionadas caso similar a los países de España, Portugal, Holanda, Dinamarca, Reino Unido entre otros y asalto a bici usuarios, lo cual se puede dar abordando a mano armada al ciclista y despojándolo del bien o en casos más violentos mientras el bici usuario se moviliza, empujándolo, ocasionándole la caída y robándole la bicicleta.

En el acuerdo 674 el concejo de Bogotá plantea una medida que contribuye a la mitigación de este problema y es el desarrollo de un Registro de Bicicletas, así como en otros países que un registro único de bicicletas integra la matrícula y asignación de un único ID que autentica este

bien. Este proceso es muy semejante al registro vehicular, en donde se tiene ID del bien, una matrícula y un registro único de propietario.

El sistema RUNT en Colombia, es un sistema de información, que registra y mantiene actualizada y centralizada la información, con un modelo de operación en donde cada participante debe actualizar y mantener de manera oportuna, así mismo se fundamenta en la información suministrada por el Ministerio de Transporte a nivel local y nacional.



Figura 39. Registro único nacional de tránsito. (RUNT, 2017)

Este sistema centralizado garantiza el nivel de seguridad, confiabilidad y transparencia, dándoles a los usuarios oportunidad en la información. Cuenta con 11 líneas de información que gobierna este sistema centralizado, todos conectados en línea, por medio de la plataforma HQ-RUNT, ver figura 40.

REGISTRO NACIONAL DE AUTOMOTORES 	REGISTRO NACIONAL DE CONDUCTORES 	REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO 	REGISTRO NACIONAL DE LICENCIAS DE TRÁNSITO 	REGISTRO NACIONAL DE INFRACTORES DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE 	REGISTRO NACIONAL DE CENTROS DE ENSEÑANZA AUTOMOVILÍSTICA
REGISTRO NACIONAL DE SEGUROS 	REGISTRO NACIONAL DE PERSONAS NATURALES Y/O JURÍDICAS QUE PRESTAN SERVICIOS AL SECTOR DE TRÁNSITO 	REGISTRO NACIONAL DE REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES 	REGISTRO NACIONAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO 	REGISTRO NACIONAL DE MAQUINARIA AGRÍCOLA DE CONSTRUCCIÓN AUTOPROPULSADA 	

Figura 40. Registros. (RUNT, 2017)

Cada registro asociado en el RUNT, cuentan con la identificación del usuario y la consecución de un vehículo en Colombia, este vehículo está identificado con su respectiva matrícula, placa y VIN.

5. Metodología

En esta sección se explica las metodologías empleadas para el desarrollo de los tres objetivos específicos. Se aplica la metodología descriptiva, de acuerdo a lo planteado por Tapia Fernández, (2000), donde busca determinar los elementos o características que tipifican lo estudiado en el alcance del proyecto. De los tres propuestos de esta metodología, para el objetivo uno se trabajó bajo fuentes secundarias: aplicando consultas en papers, mejores prácticas universitarias y de otros países; lo cual permitió ampliar el entendimiento del objetivo. También se aplicaron técnicas de análisis aprendidas durante la maestría, como es el método de proceso de análisis jerárquico AHP, para poder clasificar mejor las tecnologías analizadas.

Para el segundo objetivo, se trabajó utilizando la entrevista, bajo fuentes primarias. Las entrevistas a cada uno de los asignados en el gobierno, tanto en el concejo (el que solicita), como en la secretaria de movilidad (el que ejecuta). En complemento, se realizó entrevista de mejores experiencias en sistemas integrados y centralizados de registro, para el caso el RUNT en Colombia.

Por otro lado, se analizó la información de las normas, leyes, planes y soluciones del distrito, enfocadas a la protección de la propiedad de los bici-usuarios, de esta manera, permitió conocer el AS IS ²de la situación y de los procesos que el gobierno distrital pretende implementar para dar soluciones a los Bici - usuarios, esto en términos operativos y técnicos.

Para el tercero objetivo, se trabajó a partir del diagnóstico concluyente del objetivo específico 2, esto permitió identificar oportunidades de mejora sobre el modelo propuesto por el gobierno distrital para el registro y ubicación de bicicletas. A su vez, se desarrollaron análisis comparativos (fortalezas y debilidades) de las soluciones actuales que permiten sugerir mejoras

² Situación actual del proceso

tanto de proceso como en la tecnología, luego, un análisis del entorno competitivo por medio de las cinco fuerzas de Porter y una encuesta dirigida a Bici-Usuarios en corredores viales, afectados por la inseguridad.

6. Desarrollo objetivo específico I – Análisis de tecnologías de rastreo e identificación

6.1 Clasificación de tecnologías de rastreo e identificación

En esta sección se realizó la clasificación de tecnologías, dispositivos de identificación remota, disponibles en la actualidad, para esto se utilizó la metodología Proceso de análisis Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP).

Básicamente, el AHP (*Analytic Hierarchy Process*, Proceso de análisis jerárquico) es un método para descomponer una situación compleja y no estructurada, en donde por medio de organización jerárquica permite eliminar la subjetividad en la calificación de parámetros. (Saaty, 2012)

Las Jerarquías pueden ser divididas en dos tipos,

- Estructurales: Sistemas complejos son estructurados en sus constituyentes partes en orden descendente de acuerdo con las propiedades estructurales como, tamaño, forma, color o edad. Una jerarquía estructural del universo podría ser descendiente desde las galaxias, constelaciones, sistema solar, planetas, etc (Saaty, 1990, p.39).
- Funcionales: descompone sistemas complejos en sus constituyentes partes de acuerdo con sus relaciones esenciales. (...) Jerarquías funcionales ayudan a las personas a dirigir un sistema hacia un objetivo – como resolución de conflictos, desempeño eficiente, felicidad en general (Saaty, 1990, p.39).

6.1.1 Proceso de análisis jerárquico - AHP

Como información de entrada sobre tecnologías disponibles, dispositivos de identificación remota, para el rastreo y control tenemos toda la información recopilada en el marco teórico y fuentes secundarias.

De acuerdo con la metodología dada por Saaty (1990), se desarrolló el proceso de análisis jerárquico AHP, se explicó el planteamiento del análisis, las principales matrices y sus respectivos cálculos, tablas y cálculos del análisis AHP se puede consultar en <https://drive.google.com/drive/folders/1uO-qRUfqGNRd4RI-ZshIIMS8hev4JDjW?usp=sharing>

- El primer paso es la estructuración del problema como una jerarquía.
 - En el nivel 1 se establece el objetivo general como “selección de tecnologías para el rastreo y control de bicicletas en la ciudad de Bogotá”.
 - En el segundo se definen criterios que contribuyen en el logro del objetivo general, para este caso se consideraron los siguientes,
 - Obsolescencia: Menor riesgo de obsolescencia tecnológica.
 - Conectividad: Conectividad a base de datos.
 - Adquisición de datos: Facilidad en la adquisición de datos.
 - Cubrimiento (Infraestructura): Mayor cubrimiento en la ciudad (red).
 - Costo: Menor costo de implementación.
 - Soporte: Soporte técnico.
 - En el tercer nivel se definen las alternativas a evaluar, las cuales son,
 - Código de barras.
 - RFID.
 - Bluetooth.
 - WWAN móvil.
 - GPS.

En la figura 41 se observa de manera jerárquica la estructura del problema planteado.

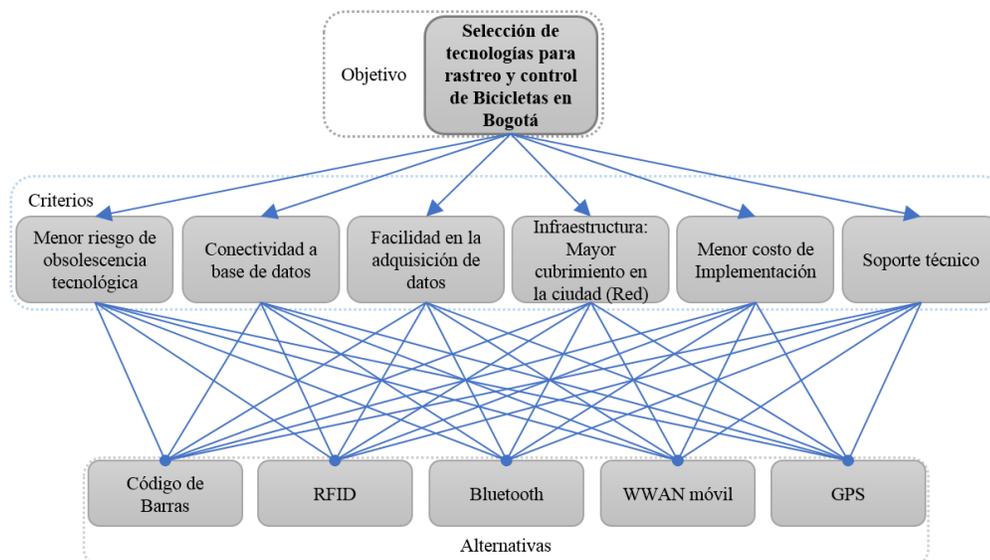


Figura 41. Estructuración jerárquica del problema. Elaboración propia.

- En el segundo paso se obtuvo juicios de comparación por pares. Luego, se desarrolló la matriz de criterios para establecer la importancia de cada uno de ellos.

De acuerdo con la metodología se utiliza la escala de valoración propuesta por Saaty (1990).

Tabla 6

Matriz de comparación de criterios por parejas

Criterios	Obsolescencia	Conectividad	Adquisición datos	Cubrimiento	Costo	Soporte
Obsolescencia	1.00	0.20	0.33	0.50	0.33	0.33
Conectividad	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00
Adquisición datos	3.00	0.50	1.00	3.00	2.00	3.00
Cubrimiento	2.00	0.33	0.33	1.00	3.00	3.00
Costo	3.00	0.50	0.50	0.33	1.00	2.00
Soporte	3.00	0.50	0.33	0.33	0.50	1.00
	14.00	3.03	4.50	8.17	8.83	11.33

Como se aprecia en la tabla 6, se genera la valoración entre criterios de acuerdo con el grado de importancia. Posterior a esto, se normaliza la matriz de comparación tabla 7,

luego, los factores calculados en cada fila son promediados para obtener el vector de prioridad, el cual muestra el nivel de importancia de cada criterio.

Tabla 7
Matriz de criterios normalizada

Criterios	Obsolescencia	Conectividad	Adquisición datos	Cubrimiento	Costo	Soporte	Vector de prioridad
Obsolescencia	0.07	0.07	0.07	0.06	0.04	0.03	0.06
Conectividad	0.14	0.33	0.44	0.37	0.23	0.18	0.28
Adquisición datos	0.21	0.16	0.22	0.37	0.23	0.26	0.24
Cubrimiento	0.14	0.11	0.07	0.12	0.34	0.26	0.18
Costo	0.21	0.16	0.11	0.04	0.11	0.18	0.14
Soporte	0.21	0.16	0.07	0.04	0.06	0.09	0.11
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Como resultado del análisis, se obtuvo de mayor a menor grado de importancia los siguientes criterios, conectividad, adquisición de datos, cubrimiento en la ciudad, costo de implementación, soporte técnico y por último obsolescencia tecnológica. Como se observa todos los criterios son muy importantes, sin embargo, la metodología establece grado de importancia para facilitar la valoración de las alternativas de una manera imparcial.

Tabla 8
Análisis de consistencia matriz de criterios

λ_w	λ_i	
0.36	6.41	$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ $IC = 0.09$
1.89	6.74	
1.67	6.88	$RC = \frac{IC}{\text{Consistencia aleatoria}}$
1.19	6.80	
0.84	6.14	Consistencia aleatoria = 1.252
0.63	5.87	
$\sum \lambda_w$ 6.59	λ_{max} 6.47	$RC = \mathbf{0.08}$ $RC < 0.1 \rightarrow$ $> OK$

Por último, se revisa la consistencia de los juicios emitidos en la matriz de comparación, para ello se ejecutan los cálculos mostrados en la tabla 8 de acuerdo a lo planteado por Aznar Bellver & Guijarro Martínez (2005). Se considera una matriz consistente si el *ratio* de consistencia calculado es menor o igual a 0.1.

Esta matriz tiene un *ratio* de consistencia de 0.08, lo cual indica que los juicios emitidos numéricamente en la matriz de comparación no están sesgados o inclinados hacia algún concepto.

Posterior a este primer análisis de criterios, se comienza a valorar las demás matrices donde se busca calificar las alternativas contra cada criterio para obtener finalmente un sub vector de prioridad.

Tabla 9
Matriz de comparación de criterio Obsolescencia

Obsolescencia	Código de Barras	RFID	Bluetooth	WWAN móvil	GPS
Código de Barras	1.00	0.33	0.20	0.14	0.14
RFID	3.00	1.00	0.50	0.33	0.20
Bluetooth	5.00	2.00	1.00	0.50	0.50
WWAN móvil	7.00	3.00	2.00	1.00	0.50
GPS	7.00	5.00	2.00	2.00	1.00
	23.00	11.33	5.70	3.98	2.34

En la tabla 9, se aprecia la valoración de las alternativas versus el criterio obsolescencia. La emisión de juicios se realizó basados en la información colectada en la investigación de fuentes primarias y secundarias aplicadas al contexto del problema planteado, el cual se desarrolla en la ciudad de Bogotá.

Tabla 10

Matriz de comparación de criterio obsolescencia normalizada

Obsolescencia	Código de Barras	RFID	Bluetooth	WWAN móvil	GPS	Vector de prioridad
Código de Barras	0.04	0.03	0.04	0.04	0.06	0.04
RFID	0.13	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10
Bluetooth	0.22	0.18	0.18	0.13	0.21	0.18
WWAN móvil	0.30	0.26	0.35	0.25	0.21	0.28
GPS	0.30	0.44	0.35	0.50	0.43	0.41
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Desde el punto de vista del criterio de menor obsolescencia, los resultados son,

GPS, WWAM Móvil, Bluetooth, RFID y Código de Barras en su orden.

Tabla 11

Análisis de consistencia matriz de obsolescencia

λ_w	λ_i	$n = 5$ $IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ $IC = 0.02$ $RC = \frac{IC}{\text{Consistencia aleatoria}}$ Consistencia aleatoria = 1.11 RC = 0.02 RC <= 0.1 -- >OK
0.21	5.04	
0.48	5.07	
0.92	5.05	
1.42	5.11	
2.08	5.15	
$\sum \lambda_w =$ 5.11	$\lambda_{max} =$ 5.08	

Se verificó la consistencia de los juicios para evitar incongruencias, el *ratio* calculado para esta matriz fue de 0.02. Ver tabla 11.

Continuando con la metodología, se debe realizar el anterior análisis a las alternativas de acuerdo con cada criterio, se debe generar la matriz de comparación, la matriz normalizada y la

evaluación de consistencia, esto se representa en quince matrices (tablas) asociadas en <https://drive.google.com/drive/folders/1uO-qRUfqGNRd4RI-ZshIIMS8hev4JDjW?usp=sharing>

Finalmente, se consolida una tabla resumen, tabla 12 con los vectores de prioridad local, es decir, de cada criterio versus alternativas y los globales que indican el grado de importancia de los criterios.

Tabla 12
Prioridades globales y locales

Resumen	Obsolescencia		Conectividad		Adquisición datos		Cubrimiento		Costo		Soporte		Vector de prioridad final
	Prioridad global	Prioridad local	Prioridad global	Prioridad local	Prioridad global	Prioridad local	Prioridad global	Prioridad local	Prioridad global	Prioridad local	Prioridad global	Prioridad local	
Código de Barras	0.06	0.04	0.28	0.03	0.24	0.04	0.18	0.03	0.14	0.19	0.11	0.30	0.08
RFID	0.06	0.10	0.28	0.10	0.24	0.11	0.18	0.08	0.14	0.11	0.11	0.22	0.11
Bluetooth	0.06	0.18	0.28	0.13	0.24	0.14	0.18	0.15	0.14	0.31	0.11	0.09	0.16
WWAN móvil	0.06	0.28	0.28	0.32	0.24	0.40	0.18	0.27	0.14	0.31	0.11	0.28	0.32
GPS	0.06	0.41	0.28	0.42	0.24	0.32	0.18	0.47	0.14	0.07	0.11	0.11	0.32

En la tabla 12, se observa el resultado del análisis AHP, reflejado en la categorización de las tecnologías según los criterios de evaluación.

En primer lugar, se encuentra a GPS y a WWAN móvil con un vector de prioridad de 0.32 respectivamente equivalente al 32%, en segundo la tecnología Bluetooth, seguido por el RFID y por último el código de barras.

En la figura 42, se grafican los resultados para mejorar el entendimiento,

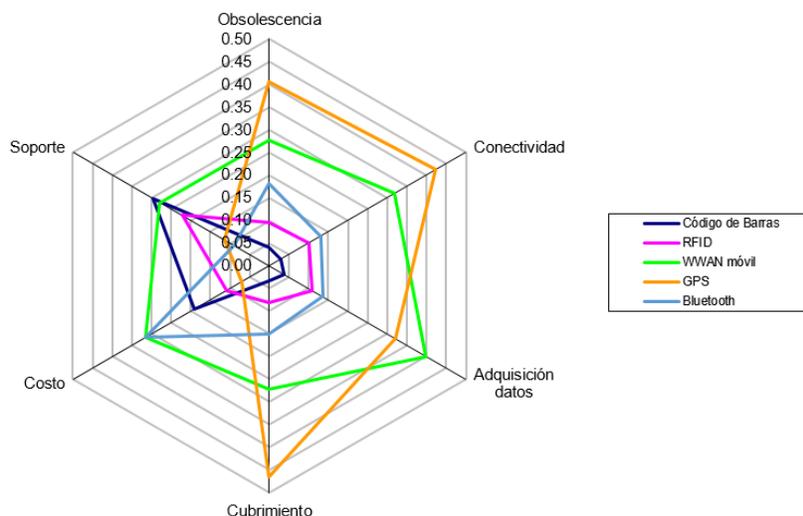


Figura 42. Vectores de priorización de tecnologías vs Criterios. Elaboración propia.

En la figura 42 se aprecia que la tecnología GPS es muy fuerte en los criterios de obsolescencia, conectividad, adquisición de datos y cubrimiento, sin embargo, es muy débil en soporte técnico y costo de implementación. Por otro lado, WWAN Móvil, se muestra más equilibrada en todos los criterios evaluados. El Bluetooth por su parte posee buena calificación en el menor costo de implementación y obsolescencia, no obstante, tiene una regular calificación en los demás. El RFID posee mejor conectividad que el código de barras, pero en costo de implementación es más económico un sistema con código de barras.

6.2 Conclusiones Objetivo Especifico I

- Como resultado de la investigación se determina la existencia de dispositivos que pueden ser utilizados como solución en la identificación para el rastreo y seguimiento de las bicicletas.
- Existe evidencia de la aplicabilidad de este tipo de dispositivos que se han desarrollado por diversos actores en la forma de patentes existentes y pendientes, donde se desarrollan tecnologías compatibles, las cuales pueden ser integradas como solución al problema

planteado, es decir, mitigación del hurto y asalto de bicicletas. Por lo tanto, nuevas versiones tienen el potencial de ser desarrolladas.

- Con las referencias académicas citadas en el documento, se constata que el uso de dispositivos es viable y reconocido a nivel académico. En el desarrollo de estos trabajos se involucran tecnologías con resultados exitosos, con ello se comprueba su aplicabilidad y adaptabilidad.
- En otras ciudades del mundo han intentado resolver la problemática implementando de manera aislada, diferentes tecnologías, lo cual no ha resultado del todo efectivo, esto puede concluir, que a esta tecnología se le debería ajustar más componentes para obtener una solución integral.
- Importante aclarar que los dispositivos nombrados, y dada su tecnología funcionan de manera diferente en cada región, caso particular el GPS y WWAN, pues estos dispositivos se complementan uno como receptor y otro como emisor de lo que se está rastreando. Así mismo dependen del desarrollo tecnológico del país.
- Verificando que los dispositivos más conocidos de identificación y rastreo son aplicables para implementarlos en las bicicletas, con la utilización de la metodología AHP, se reconoce que la tipología de GPS y WWAN móvil es más adaptable y de mayor conveniencia en la solución por mitigar el hurto y asalto de bicicletas.
- Dentro de los factores que se evaluaron en este análisis se incluyeron cinco, obsolescencia, conectividad, adquisición de datos, cubrimiento, costo y soporte. De acuerdo a la clasificación obtenida con la metodología AHP el resultado de mayor a menor conveniencia dentro de la solución, en su orden: GPS y a WWAN móvil, la tecnología Bluetooth, RFID y código de barras.

- Este análisis también permite conocer la oportunidad de mejora en cada dispositivo de manera que se potencialice su uso, pero inicialmente y dando el resultado es conveniente los dispositivos de identificación y rastreo GPS y WWAN móvil.

Con lo analizado, y desde los puntos de vista conceptual y de experiencia, se puede responder a esta inquietud, ¿Existe la posibilidad de mitigar el robo de bicicletas parqueadas y el asalto a ciclistas a través del uso de tecnologías de identificación y rastreo? La respuesta la tenemos a continuación:

- Aplicando las mejores prácticas a nivel internacional
- Tomando las herramientas/soluciones que el mercado ofrece y que de manera eficiente puedan ser integradas a soluciones como el registro de las bicicletas, los medios de seguridad como los candados, etc.

Con lo anterior se puede desarrollar un producto que integre las tecnologías de GPS, WWAM, permitiendo así que tanto el bici-usuario como cualquier ente de control, como es la policía, cuente con un dispositivo que puedan rastrear, encontrar y autenticar la propiedad de la bicicleta a su dueño.

7. Desarrollo Objetivo Específico II – Análisis estrategias gubernamentales

En los últimos años, el distrito de Bogotá ha promovido el uso de la bicicleta por medio planes de gobierno, programas y campañas, los cuales además deben complementarse garantizando condiciones seguras para los bici usuarios, como por ejemplo, ampliando el pie de fuerza policial, construcción de ciclo-parqueaderos, pedagogía, etc. Es claro además, que en muchos países se ha trabajado en soluciones como la identificación o registro único de bicicletas. Aprovechando que la administración distrital y el concejo de Bogotá están trabajando en garantizar la identificación de las bicicletas y su respectiva autenticación que certifique el bien a los bici-usuarios, teniendo en cuenta el acuerdo 674, aprobado por el concejo de Bogotá en mayo del 2017 y su evolución en la ejecución del mismo, se realizó entrevistas a los voceros de la iniciativa en el concejo de Bogotá, como a los responsables de desarrollar la solución en la Secretaria de Movilidad de Bogotá, de esta manera fue posible entender el objetivo y alcance del acuerdo, el ¿Qué?, evolución del mismo y el ¿Cómo?.

Desarrollado en Bogotá, fuente primaria entrevistas:

Se conoció de primera mano el alcance del acuerdo 674 y cómo será la ejecución del mismo, por medio de las siguientes entrevistas.

La entrevista al Asesor del concejal Jairo Cardozo, partido MIRA, Andrés Acosta. Desarrollo proyecto de acuerdo No. 175 y Acuerdo 674 – Sistema único distrital de registro administrativo voluntario de control y marcación de bicicletas en Bogotá D.C.

Conclusión de la entrevista: el partido MIRA desde el concejo de Bogotá en el proyecto "Onda Bici segura", incentivaron a que se analice, estudie y apruebe un acuerdo de ley que ayudara a disminuir el hurto de bicicletas en la ciudad. Para este análisis los miembros de esta iniciativa

tomaron experiencias internacionales de los ayuntamientos en España, (experiencias compartidas en el marco teórico).

Éste acuerdo de ley tuvo varios intentos de ser aprobado, durante varios años hasta que finalmente en mayo del 2017 fue admitido como el registro único administrativo de bicicletas, la ejecución de esta iniciativa se debe dar por parte del gobierno distrital, quienes son los que definen cómo se desarrollará para cumplir con este acuerdo de ley. El concejo asegura que para estos tipos de acuerdos no se coloca fecha límite de ejecución, simplemente se realiza el debido seguimiento del estado en el que se encuentra la implementación de este por parte del distrito.

La implementación de este proyecto tiene en cuenta factores como rubro presupuestal, el cual parte de las iniciativas del distrito y su propósito de incentivar el uso de la bicicleta, así mismo la voluntad política de querer hacer real este acuerdo. Por este motivo presupuestal y teniendo en cuenta el análisis de costos, se decide que este registro único administrativo debe ser voluntario y sin costo para el usuario, esto de manera que se incentive el registro de los bici-usuarios y que no se sienta que se obliga a tener este tipo de soluciones que da el estado o que se conciban como pérdida de libertad, y más aún que el registro le pueda costar al usuario más que su mismo bien.

Actualmente no se cuenta con la información de la volumetría de cuantos bici-usuarios existen en Bogotá, pero se cuenta con información dada por la Secretaria de Movilidad, de unos 600.000 viajes en bicicleta (Investiga Bogotá, 2018), con este registro se podría manejar volumetrías de bici-usuarios, así mismo la información básica del usuario que será la herramienta para los entes de control en caso de hurto y recuperación de la bicicleta.

La entrevista con Juan Manuel Prado – Asesor Dirección de transporte e infraestructura de la Secretaria de Movilidad de Bogotá SMB, con el propósito de obtener información acerca del

desarrollo del proyecto que ayudará a que el acuerdo 674 de mayo del 2017 se lleve a cabo para la ciudad de Bogotá.

Conclusión de la entrevista: la secretaria de movilidad con base en estudios y encuestas sobre la cantidad de viajes realizados por estratos desarrolló un análisis de viabilidad del proyecto y su presupuesto, por esto deciden que el registro único de bicicletas será como lo dice el acuerdo administrativo y no operativo, así mismo voluntario. La inversión será patrocinada por los diferentes estamentos del distrito que intervienen en este proyecto, por esto sus desarrollos están enfocados en tres grandes ítems: primero software, que consiste en una base de datos única en donde estará la información básica del registro del bici-usuario, y una entrada (front) que permite este registro. Para el hardware, aún está en proceso de lluvia de ideas, lo cierto es que parten de una matrícula o un ID en donde por medio de un sticker, se realizará la marca respectiva de la bicicleta, pero aún no han definido que tipo ni que mecanismo y como se realizará esta marcación. Y tres el seguimiento y control se realizará por medio de los PDA (asistente personal digital), que actualmente es utilizado por la policía, para validación de identificación de los ciudadanos. Esta solución se toma dado que el presupuesto para este proyecto es reducido y aprovechando que existen mecanismos de control que permiten integrar esta nueva solución.

El gobierno de esta solución está en cabeza de la SMB, pero lo seguirá la secretaría de seguridad como parte fundamental del distrito. Se tomarán buenas experiencias como las del RUNT en Colombia, pero solo a nivel de administración, la parte de novedades y operación no aplican para la bicicleta. Así mismo se garantiza de manera controlada que el registro de las bicicletas corresponda y que el ciudadano a ser registrado cuente con documento de identificación y se registre en los sitios que establezca el distrito.

Desafortunadamente este registro solo aplica para Bogotá con lo cual este control será netamente en la ciudad y está proyectado tener listo la solución para mediados del año 2018.

Además de contar con la entrevista a la SMB, se quiso entender también el funcionamiento de un registro único y mejores experiencias en sistemas integrados y centralizados de registro, para tal efecto se trabajó con el RUNT en Colombia, se entrevistó al Director de Operaciones José David Herrera, y así se entendió de primera mano la evolución, alcance, objetivo y funcionamiento del RUNT en Colombia

Conclusión de la entrevista: la concesión lleva en funcionamiento ocho años, desde que el gobierno en cabeza del Ministerio de Transporte realiza licitación con el propósito de tener una concesión para el manejo de RUNT en Colombia. Las funciones del RUNT, son tener una única base centralizada del parque automotor, conformada por registro de automotores, conductores, empresas de transporte público y privado, licencias de tránsito, infractores de tránsito y transporte, centros de enseñanza automovilística, registro de seguros, empresas que prestan servicio a este sector, remolques y semirremolques, accidentes de tránsito y maquinaria agrícola.

Todos los registros están integrados de manera que se tiene de forma central desde el curso de enseñanza, pasa por la licencia, vehículo, seguimiento de infracciones, etc. del automotor y del usuario.

Adicionalmente el RUNT, está conectado con otros organismos como el SIMIT (sistema integrado sobre multas), la DIAN, dirección de tránsito de la policía y vías de transporte VITRA. Así mismo el RUNT y su sistema integrado permite generar información de valor para el gobierno y demás estamentos que lo requieren.

Algo importante que permite esta solución integral de RUNT, es que, si se requiere adicional otro tipo de registro, está en la capacidad de integrar de manera oportuna, para esto es importante contar con un business case que haga viable la inversión que se requiere para realizar cualquier integración.

Para más detalle acerca de estas entrevistas, <https://drive.google.com/drive/folders/1uO-qRUfqGNRd4RI-ZshIIMS8hev4JDiW?usp=sharing>

7.1 Normas y soluciones del gobierno: “EL ¿QUÉ?” - “EL ¿CÓMO?”

- ¿Qué?

Con base en la entrevista realizada a los asesores del Concejo de Bogotá y teniendo en cuenta las experiencias internacionales investigadas se conformó una matriz de Debilidades y Fortalezas, tabla 13, que permite identificar puntos de mejora para tener en cuenta en el acuerdo de ley 674.

Tabla 13

¿Qué?

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> – El acuerdo No. 674, no es de carácter obligatorio. – Solo aplica para Bogotá. – Dependencia de implementación por parte de otras entidades gubernamentales. – Largo tiempo de implementación. – Dependencia de la voluntad política del gobierno distrital. – La problemática en Bogotá respecto a la seguridad de los Bici Usuarios es diferente a otros contextos en el mundo. – No hay garantía de que los gobiernos Distritales den continuidad al plan Bici. 	<ul style="list-style-type: none"> – Aprobación del Acuerdo No. 674 por parte del gobierno Distrital (23 de mayo 2017). – Control político por parte del Concejo de Bogotá a la implementación del Acuerdo No. 674. – El fomento del uso de la Bicicleta por medio de Acuerdos, planes, incentivos e inversiones, de muestran el compromiso del gobierno Distrital hacia la seguridad de los Bici Usuarios. – Fomento del uso de la Bicicleta está alineado con la búsqueda de alternativas para el problema de movilidad de la ciudad de Bogotá. – El Concejo de Bogotá por medio de sus asesores generan nuevas ideas de fácil ejecución. – El fomento del uso de la Bicicleta asta alineado con la tendencia mundial.

- ¿Cómo?

De acuerdo con la entrevista realizada al asesor de la secretaria de movilidad y las experiencias internacionales investigadas, se construyó una matriz de Debilidades y Fortalezas, tabla 14, y así establecer punto de mejora sobre el desarrollo de esta iniciativa.

Tabla 14
¿Cómo?

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> – El registro único será con enfoque netamente administrativo, solo la marcación y el registro, no controla la titularidad del bien como si lo hace el RUNT. – El registro único será inicialmente aplicado a Bogotá. – El registro será de carácter voluntario, sujeto a si el bici usuario quiere. – Al ser solo de registro la información del bici usuario es estática, solo en el momento de la matrícula. – La marca se realizará con sticker de difícil extracción, sin ningún tipo de seguridad adicional. – Contar con tiempos y procesos burocráticos en los entes de gobierno. – Mantener el sistema en el tiempo. – La volumetría de bici usuarios posibles a registrar está sujeta a encuestas realizadas cada cuatro años. – Cambios políticos que eliminen el sistema. – Cambios legales que cambien las condiciones y objetivo del registro único de bicicletas. 	<ul style="list-style-type: none"> – El presupuesto para el desarrollo del proyecto será asumido por el distrito. – La seguridad de la información de los bici usuarios estará soportada por la ley de protección de datos. – El propietario del registro es la secretaria de movilidad de Bogotá, el ente de control de seguridad será la secretaria de seguridad. – Se contará con plataforma de registro controlada por la secretaria de movilidad de Bogotá. – Se integra a esta solución el <i>link</i> de denuncias actual para el bici usuario registre en caso de hurto. – Contar con sistema de información como herramienta de toma de decisiones. – El sistema de registro único estará integrado el sistema PDA de la policía. – Tener experiencia de otros países que han realizado este proceso. – Contar con tecnología alternas que soporten y permitan robustecer este sistema de registro. – Que el gobierno central patrocine y masifique este sistema a nivel nacional, de manera que sea una única solución. – Tener un registro único similar al sistema automotor RUNT. – Contar con un sistema que permita en tiempo real tener mapas de calor de mayor circulación de bici usuarios.

7.2 Situación normas y soluciones del gobierno El Qué y el Cómo AS IS

Con el Qué y el Cómo, y teniendo en cuenta la información obtenida de las entrevistas con el concejo de Bogotá y la SMB, a continuación, se presenta el proceso a nivel general tanto del

registro de la bicicleta como el reporte de novedades de este. Esto equivale al AS IS de lo que sería los procesos de registro, novedad y seguimiento que integran este nuevo sistema centralizado, ver figuras 43 y 44.

- AS IS

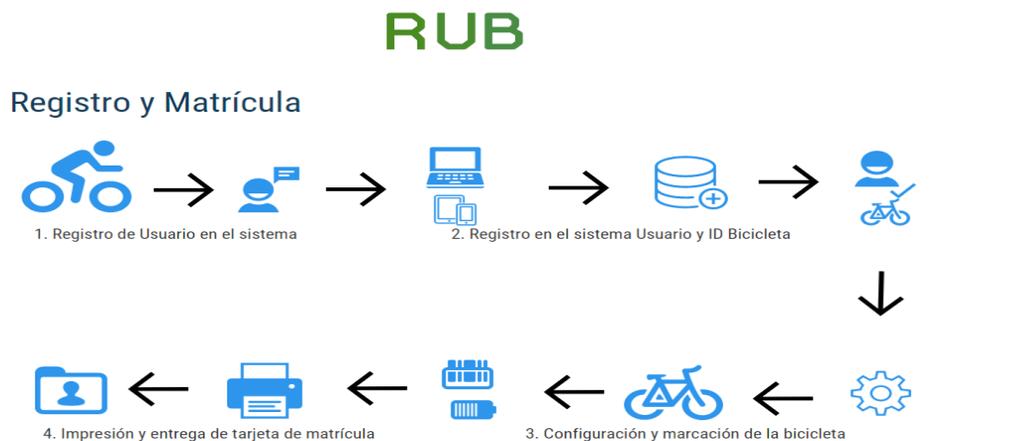


Figura 43. Momento D: matricula de la bicicleta y creación del registro único. Elaboración propia.



Figura 44. Momento D+n Novedad registro único y seguimiento a la novedad. Elaboración propia.

Con el AS IS de los procesos que integrarán el registro único, unido a la información recopilada que ayuda a mantener un sistema integrado para la identificación, seguimiento y control de las bicicletas, se realizó una matriz de comparación, que permitirá visualizar claramente las características propias del sistema centralizado RUNT Versus el Sistema centralizado de registro administrativo de bicicletas (solución de SMB), esto da una visión sobre el alcance del registro único de bicicletas. Ver figura 45.

Actividad	 RUNT <small>REGISTRO ÚNICO NACIONAL DE TRÁNSITO</small> Registro Único Nacional de Tránsito	 Sistema único distrital de registro administrativo voluntario de control y marcación de Bicicletas en Bogotá
• Cobertura Nacional del Registro Único.	✓	✗
• La implementación del sistema que integra el registro único esta controlada por gobierno.	✓	✓
• La información correspondiente al registro único y sus propiedades es actualizada de acuerdo a las novedades	✓	✗
• El registro único es obligatorio	✓	✗
• Sistema que permite certificar la propiedad del bien.	✓	✓
• La marca de identificación del bien permite que disminuya el hurto	✓	✓
• El sistema centralizado de registro, permitirá mantener el histórico y novedades sobre el bien y su propietario..	✓	✗
• El sistema centralizado se integra o da información a otras entidades como aseguradoras, empresas privadas de seguimiento y control del bien para su protección.	✓	✗
• El sistema permitirá tener información oportuna y completa del bien y del propietario	✓	✗

Figura 45. Comparación RUNT Vs RUB. Elaboración propia.

Con este análisis, se podría concluir, que tanto el Concejo de Bogotá como la administración, tienen la intención de poder garantizar un registro único de bicicletas, pero que esta solución, por sus condiciones, frente al sistema RUNT en Colombia, presenta debilidades y

debería apalancarse en soluciones y/o herramientas que le garanticen al registro único de bicicletas: trazabilidad, oportunidad, confiabilidad, uso de la información, etc. Sería importante poder robustecer esta solución, con alternativas asociadas a los lineamientos y acorde a las necesidades de los usuarios, por esto en el desarrollo del objetivo específico III, se podrá proponer un modelo operativo para el registro y ubicación de la bicicleta en Bogotá.

7.3 Conclusiones Objetivo específico II

- Teniendo en cuenta el AS IS, y sabiendo las condiciones del distrito expuestas por el asesor de la Secretaria de Movilidad de Bogotá, se concluye una debilidad en la solución que el distrito da para la mitigación del hurto de bicicleta. Desde el punto de vista de la ingeniería, se evidencia deficiencias, entre otras la planeación del proyecto, utilización de tecnología obsoleta, básica arquitectura de la solución y mínimo manejo de seguridad de la información; bajo la premisa expuesta por el distrito y con el alcance mínimo presupuestal.
- Por temas de presupuesto no se tiene pensando establecer alianzas con empresas privadas para que la solución básica se pueda potencializar y que la propuesta del distrito tenga un mejor alcance.
- Al tratar de establecer un sistema integrado al RUNT, bajo las mismas características no es viable pues el costo beneficio de la inversión no se ve retribuido.
- Se identifica una deficiencia en lo que se quiere de un registro de bicicletas y en el cómo se va a realizar, no será una solución dinámica sino estática, originando que la información no será oportuna ni en tiempo real, esto con la premisa de contar con un alcance mínimo presupuestal.
- Sobre todo, tanto el qué y el cómo tiene gran dependencia de voluntad política, lo cual hace que no se puede asegurar la sostenibilidad de la solución.

8. Desarrollo Objetivo Específico III – Propuesta de modelo operativo

8.1 Propuesta modelo operativo para registro y ubicación de bicicletas

Tomando las experiencias, y soluciones que actualmente tiene un sistema informacional robusto como es el RUNT, adicionando soluciones tecnológicas de seguimiento y rastreo conocidas, sumado a algunos ajustes a la solución del SMB, se puede plantear un modelo para proceso “TO BE” así:

- Modelo, TO BE propuesto del proceso:

En la Matrícula:

Paso 1: No solo se puede realizar el registro desde los sitios establecidos por la administración distrital, también desde las mismas tiendas de distribución de bicicletas, o con el sistema de registro en la WEB (propiedad del distrito), ver figura 46.

Paso 2: En el momento del registro y asociación de la bicicleta a su propietario, integración ID bici e ID identificación, se realiza la instalación y configuración del APP (solución integral dentro del sistema de registro de bicicletas).

Esta APP, permitirá que cada usuario de bicicleta tenga las funcionalidades de:

- ✓ Registro único.
- ✓ Bicicletas asociadas al usuario.
- ✓ Estado de las bicicletas (activo, robada, perdida, etc).
- ✓ Actualización de datos de usuario (con control de autenticación).
- ✓ Actualización de rutas y viajes realizados.
- ✓ Actualización estado de ciclo-rutas.

- ✓ Reporte de robos (sitio del robo).
- ✓ Reporte de estado de vías.
- ✓ Mapas de calor (verificación sitios de mayor riesgo de hurto).

Paso 3: configuración y marcación de la bicicleta, en el momento de la marca de la bicicleta con el código de barras específico dado por el distrito, se podrá instalar un dispositivo de identificación remota, que permitirá el seguimiento y rastreo de la bicicleta, desde el momento cero de su registro.

Paso 4: cierre del registro y confirmación desde el APP al usuario registrado.

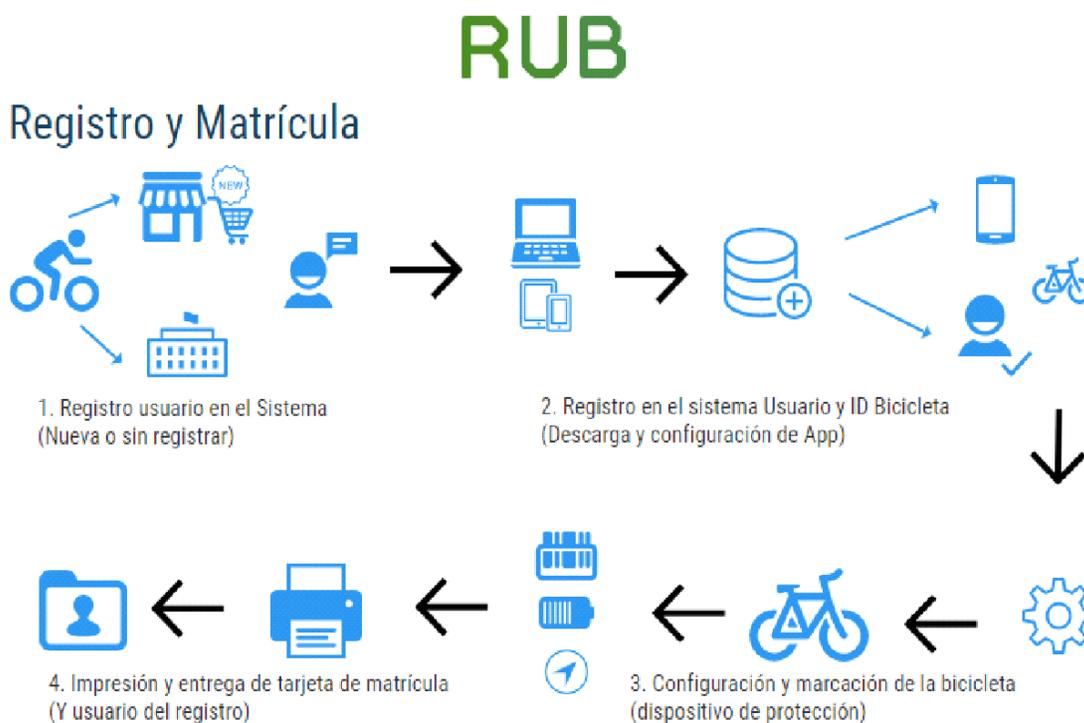


Figura 46. Proceso de Registro y Matrícula sugerido de acuerdo con esta investigación. Elaboración propia.

En el caso de las novedades:

Paso 1: no solamente tener acceso por web, también, se podría utilizar el smartphone, con el APP asociada a esta solución que permitirá tener las mismas funcionales de manera fácil y en el móvil. Esto permite agilidad en el momento de requerir el ingreso desde cualquier lugar; para el caso de reportar robo de la bicicleta, en línea quedará registrado el hurto, así mismo se le confirmará al usuario por el APP y por correo el estado de la denuncia.

En el seguimiento y control, en caso de bicicleta reportada como robada y su posterior hallazgo, se podrá controlar, utilizando las características de los dispositivos de seguimiento y rastreo, esto mediante puntos de control que se establezcan por los entes de control y seguridad, así mismo el usuario estará informado en línea por el APP y por correo electrónico de manera segura. Esto garantiza que la recuperación será eficaz, pues la autenticación del bien y el dueño estará dentro del modelo de solución propuesto. Ver figura 47.



Figura 47. Proceso de novedades, seguimiento y control sugerido de acuerdo con esta investigación. Elaboración propia.

Con esta propuesta (To Be), se evidencia oportunidades de mejora sobre las soluciones del distrito, integradas, acorde a los lineamientos y que cubran las necesidades de los bici-usuarios, en este caso, uno de los más importantes el hurto y asalto de bicicletas. Como complemento y para garantizar el To Be, se establecieron tres grandes vectores condicionantes para el modelo, (Ver figura 48):

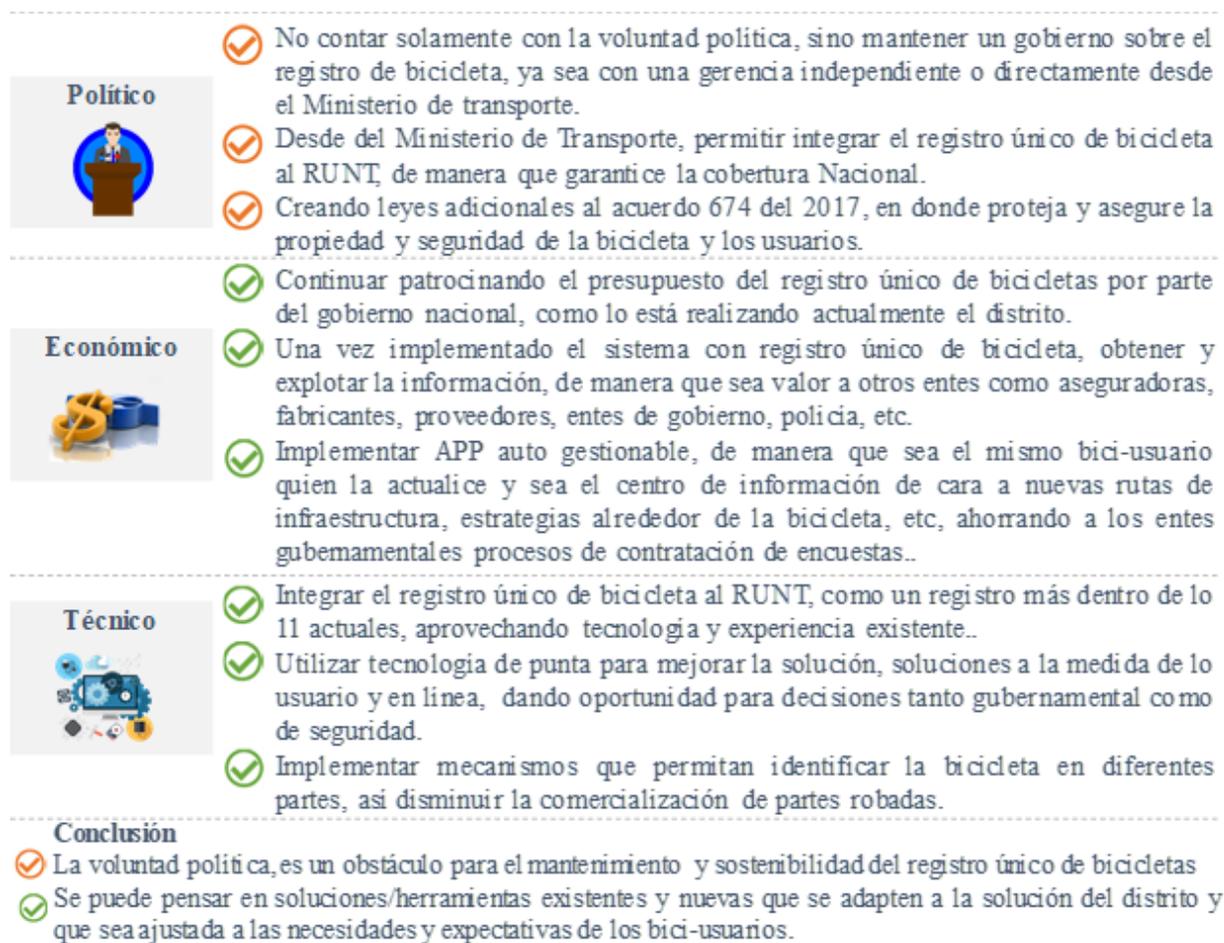


Figura 48. Análisis Político, económico, técnico del AS IS Vs TO BE. Elaboración propia.

Políticas

- Complemento, como en el caso de otros países como España, donde las políticas para el fomento del uso de la Bicicleta en pro de un medio ambiente sostenible y mejoramiento de

la movilidad intermodal llegan por iniciativa del gobierno principal en cabeza de su Ministerio de Transporte.

- Complemento, a nivel Nacional.
- Nueva, desde el gobierno Nacional se promuevan leyes con beneficios tributarios por el uso de la Bicicleta, no solo a nivel Bogotá sino Nacional.

Económico

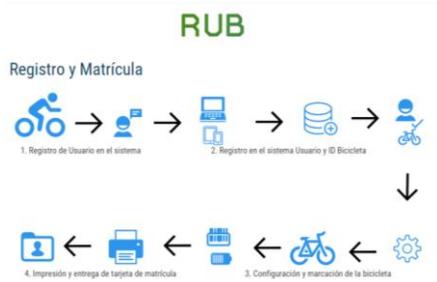
- Nueva, creación de la Cartera de la Bicicleta, desde donde se administra y gestiona el presupuesto para campañas educativas y de infraestructura a nivel Nacional.
- Nueva, Promover el uso de APPS para el registro de Vehículos RUNT y de esta manera poder promover el uso de la APP a nivel de registro de Bicicletas.

Técnico

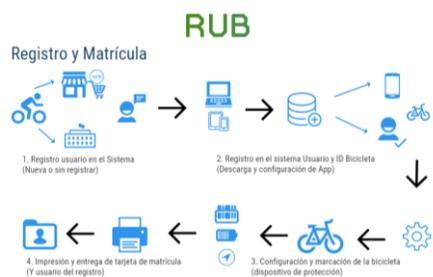
- Contar con dispositivos de identificación remota, que permitan el seguimiento y control de las bicicletas en Bogotá, por medio de tecnología de logística especial para este tipo de rastreos, tales como, el GPS, RFID, Bluetooth, WWAN con sim card y hasta el mismo código de barras.
- Centralizar fuente de información de las bicicletas y bici-usuarios, así mismo poder tener estadísticas sobre Bicicletas, ya que actualmente existe diferentes fuentes con información diversa que no es trazable y por ende es difícil de analizar para la toma de decisiones.

Con lo anterior, se concluye la necesidad de un modelo operativo robusto que incluya las mejoras del proceso de registro, para mayor entendimiento de las mejoras al modelo propuesto por el distrito se tienen la siguiente figura AS IS Vrs TO Be, (figura 49):

Registro



- AS IS
1. El registro solo se realiza en establecimientos del distrito.
 2. Solo se integra al sistema información el registro
 3. Marcación de la bicicleta con código de barras asociado al usuario
 4. Documento que acredita la propiedad de la bicicleta.



- TO BE
1. El se realiza en establecimientos del distrito y establecimientos de venta. Por el sistema RUNT con registro nuevo de bici.
 2. Se integra al sistema información el registro y el APP registrando usuario en la aplicación.
 3. Marcación de la bicicleta con código de barras, dispositivo de seguimiento y control, acorde a la necesidad del usuario
 4. Documento que acredita la propiedad de la bicicleta, confirmación usuario dentro de la aplicación.

Figura 49. Mejoras en proceso de registro. Elaboración Propia.

Novedades y Seguimiento



- AS IS
1. Novedades se reportan por la pagina Web integrada por la administración
 2. Único canal de comunicación usuario-registro es la web
 3. Identificación de bicicleta robada con PDA policía
 4. Se ubica al usuario (si se cuenta con datos actualizados) y se notifica de hallazgo.



- TO BE
1. Novedad por la página web y APP
 2. Comunicación, novedades, actualizaciones por la Web y el APP.
 3. Identificación de bicicleta robada por PDA policía y Antenas situadas en sitios estratégicos
 4. Se reporta estado al usuario por APP en línea de manera oportuna.

Figura 50. Mejoras en Proceso novedad y seguimiento. Elaboración propia.

En la figura 50, se muestra el aspiracional, en donde a la solución gubernamental se le da un alcance potencializando a lo que será implementado, integrando tecnologías y soluciones a la medida a las necesidades de los usuarios de bicicleta, como todo aspiracional, es importante ver la viabilidad de cada una de las iniciativas para este modelo, desprendidas del TO BE.

Para el proceso de registro, el costo beneficio de integrar el registro único al RUNT, adicional de ser complejo, tendría un costo, que como lo comento en la entrevista el asesor de la SMB, los bici-usuarios no estarían dispuestos a pagar y dentro de su estudio de viabilidad no fue dado. Integrar la parte web de denuncias de robo, es importante y podría ser establecida dentro de un APP, adaptada para tal fin. Teniendo en cuenta que la idea de tener el registro en el RUNT es un aspiracional muy costoso, este modelo también tiene dentro de su solución no solo la marcación de la bicicleta en la base del distrito sino la posibilidad de tener soluciones que le pueda ayudar a rastrear su bien. Esta alternativa de rastreo ayudaría no solo al usuario sino a las entidades gubernamentales y policía dentro del marco de seguridad a los bici-usuarios; pues mirando el hurto de bicicleta en sitio (parqueo), la solución podría ser más cámaras de seguridad, más policía, más candados (como se mostró anteriormente, utilizado y estudiado en los diferentes países como medio de protección) que le entorpezcan el robo al delincuente; pero para el caso de asalto, podría ser de gran valor, establecer los sitios (zonas) en donde corren más riesgo los bici-usuarios, alarmas que ayuden a la policía y al gobierno a detectar este tipo de delincuencia (asalto por robo de bicicleta). Por esto es importante conocer mejores prácticas en Colombia en el uso de dispositivos de control y rastreo, empresas con modelos y tecnologías similares pero enfocadas a diferente mercado, como es el caso de Logyca, empresa que desarrolla e implementa tecnologías para fines logísticos.

8.2 Modelo aplicado en empresa privada para ubicación y rastreo

Dentro de las empresas más reconocidas en el país en temas de logística, seguimiento y control, se encuentra Logyca, por su gran experiencia y enfoque, es importante conocer cómo trabajan, que modelos tienen y que tecnología aplican.

Temario Propuesto: Funcionamiento LOGYCA, propósito y alcance.

Logyca, es una empresa enfocada en tres grandes líneas de acción:

- Investigación, unidad a tendencias tecnológicas, *big data* e internet de las cosas (en un grupo liderado por la Universidad Javeriana).
- Estándares en cuanto a código de barras y data matriz.
- Servicios talento humano, software y analítica.

En el trabajo que realizan de big data, están muy enfocados a analítica de datos con GPS, permitiendo fundamentar el *data quality*, análisis de tendencias, comportamientos, etc., esto es una gran ayuda en toma de decisiones como reubicación de centros de acopio, manejo de la movilidad, etc.

Así mismo en logística la tecnología RFID, la utilizan para mejorar y optimizar temas de logística empresarial, para eso cuenta con grandes clientes a los que le ofrecen soluciones integrales, que le permiten la toma de decisiones.

La entrevista con LOGYCA, confirma que existe en Colombia empresas, con modelos que permiten el seguimiento y rastreo utilizando dispositivos tecnológicos conocidos y enfocados a este propósito. Esta confirmación unida a la propuesta de mejorar la solución que tiene el Gobierno Distrital para el registro de bicicletas integrando dispositivos de seguimiento y rastreo, hace que el planteamiento del modelo operativo pueda ser una realidad, pero se debe también revisar ¿cómo

se puede comportar este modelo en el entorno del mercado existente?, ¿Qué debilidades y fortalezas puede tener frente al entorno? y lo más importante si este modelo puede ser acogido por los protagonistas de esta problemática, los bici usuarios. Se analizaron estas tres preguntas, por medio de un análisis de entorno, comparativos y encuestas.

8.3 Las 5 fuerzas de Porter, en la identificación de viabilidad en el entorno para un modelo operativo de registro y ubicación

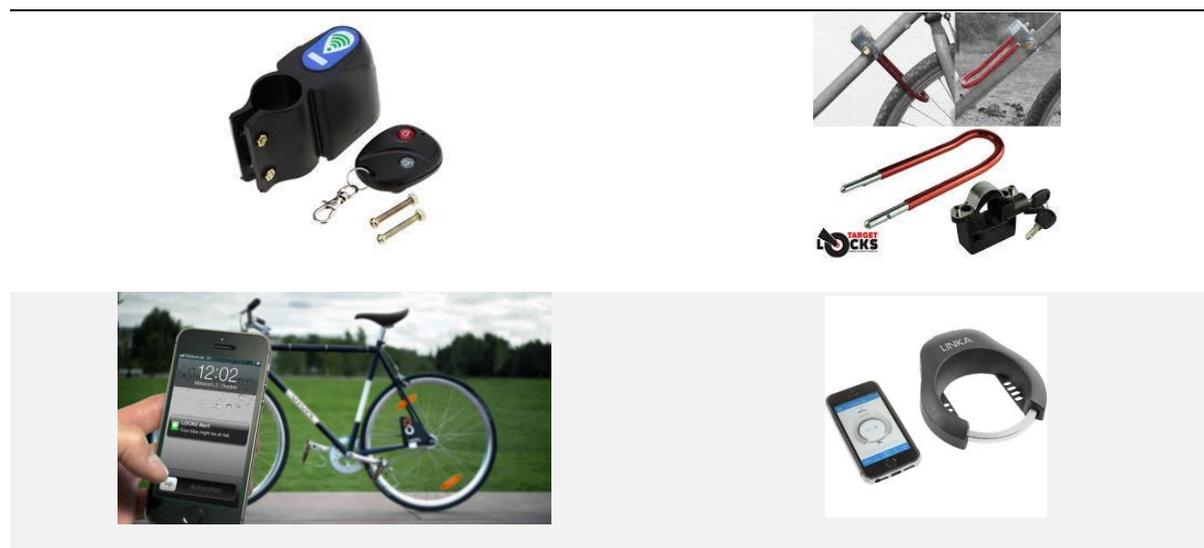
Por medio de herramientas de metodología cualitativa, como las cinco fuerzas de Porter, se evalúa el modelo operativo en el entorno del mercado sobre el cual se puede enmarcar para la comercialización de dispositivos de seguimiento y rastreo que ayuda en la integración del modelo como parte de la solución para la identificación remota de bicicletas.

Nuevos competidores:

Los posibles nuevos competidores entorno a la comercialización de dispositivos de seguimiento y rastreo que disminuyan el hurto de bicicletas, se pueden dividir en dos:

- Para el hurto: aquellos que estarían disponibles a innovar con productos de seguridad como candados, guayas, alarmas anti-robo, frenos antirrobo, cables y otros mecanismos; esto enfocado a darle al bici-usuario tranquilidad en la seguridad y protección de su bicicleta en el momento de ser parqueada (Tabla 15).
- Para el asalto: aquellos que pueden surgir con tecnologías como dispositivos de identificación remota de nueva generación, o como IoT, que entrarían en la interacción usuario-cicla.

Tabla 15
Dispositivos de seguridad Bicicletas



Proveedores

Teniendo en cuenta el modelo de solución, y conociendo los dispositivos más reconocidos en aseguramiento y en identificación remota, se analizó el mercado en Colombia y los distribuidores de este tipo de tecnologías más destacados, en la tabla 16 se listan algunas referencias de dispositivos de seguridad para hurto y en la tabla 17 proveedores de soluciones de control, seguimiento y rastreo para asalto,

Tabla 16
Dispositivos de seguridad para Hurto

Imagen	Nombre / Marca referencia
	<p>Candado en U / Abus Granit X-Plus 54</p>

	Candado en U / Kryptonite Evolution de la serie 4 ETS
	Candado en U / Kryptonite Mini 5
	Cadena / Kryptonite Nueva York Fahgettaboudit
	Cadena / Onguard Alerta en 8019 mastín de mm x 3.5
	Cadena / Abus City-X-Plus 1060
	Candado plegable / Abus 6500/85

Tabla 17
Proveedores de soluciones de control, seguimiento y rastreo

Electrónica - Compartiendo soluciones.

<http://telectronica.com/suministros/>





Accendo

<https://www.accendo.com.co/>

Coditeq - Codificado y Etiquetado

<http://coditeq.com/etiquetas-de-seguridad/>



Kimbaya

<http://www.kimbaya.com/>



e2go

<http://www.e2go.com.co/rfid/>



Automatiza

www.automatiza.co/index.php?option=com_k2&view=item&id=6:antenas-rfid&Itemid=129



Signtech

<http://signtechbiometric.com/lectores-largo-alcance-rfid/>

Etimarcas



www.etimarcas.com/index.php/en/productos-y-servicios/rfid

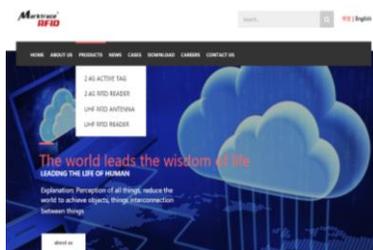


Dipole



<http://www.dipolerfid.es/es/Antenas-RFID>

Marktrace RFID



<http://www.marktrace.com/en/>

Clientes

Los clientes potenciales para esta solución son los bici-usuarios, pero teniendo en cuenta que el modelo de solución es integrado, se adicionan clientes como el gobierno distrital, entidades de control como Policía, y las aseguradoras. Adicionalmente los dispositivos de rastreo son tan variados como variado es su avance tecnológico y así su precio; teniendo en cuenta que la población de bici-usuarios en una ciudad como Bogotá tiene mayor porcentaje en los estratos 1,2,3. Para esta población existirán las soluciones ajustadas a su nivel económico, al igual que para la minoría de los estratos superiores o iguales a 4, en donde los valores de este activo son superiores y así mismo pudiese ser la solución más integral.

Sustitutos

Dentro de los posibles sustitutos identificados para este modelo operativo, se encontró:

- Para el hurto, parqueaderos vigilados con cámaras y/o vigilancia especial, están las aseguradoras, los fabricantes de candados y alarmas.
- Para asalto, tecnología de punta como IoT, los mismos fabricantes de dispositivos de rastreo, empresas con enfoque de seguimiento y logística (Tabla 18).

Tabla 18
Sustitutos



The Allianz website snippet shows the 'Seguro para Bicicletas Allianz' page. It features a navigation menu with 'Personas', 'Empresas', 'Ahorro e Inversión', 'Contactanos', and 'Trabaja con nosotros'. The main content includes a photo of cyclists and a call to action: 'Conoce más sobre el seguro de bicicletas'.



The Sura website snippet shows the 'Seguro de Bicicletas SURA' page. It features a navigation menu with 'SEGUROS', 'SGAT', 'Autos', 'Motos', 'Bicicletas', 'Protege tu crédito', and 'Reclamaciones'. The main content includes a quote form with fields for '¿Tu bicicleta es para uso profesional?', '¿En qué año compraste la bicicleta?', 'Ciudad de circulación', 'Marca', 'Tipo de bicicleta', and '¿Cuánto le costó la bicicleta?'. A 'Cotizar seguro' button is also visible.



The Wesura website snippet shows the 'Seguro para bicicletas en Colombia: ¿vale la pena?' page. It features a navigation menu with 'DESCUBRE', 'SMARTPHONES Y TECNOLOGÍA', 'BICICLETAS', 'MASCOTAS', and 'DESCARGABLES'. The main content includes a text block about the increase in bicycle use in Bogotá, Medellín, and Cali, and a call to action: 'Suscríbete a nuestro newsletter'.



The seguros360 website snippet shows the 'Seguros para vehículos, arriendos salud, vida, educación y Hogar' page. It features a navigation menu with 'Inicio', 'Quiénes somos', 'Blog', 'Contacto', and 'Programas Premium'. The main content includes a text block about providing excellent and transparent service, and a call to action: 'Contacto WhatsApp: +57-350-8335931'.

Competidores

En el mercado colombiano, existen empresas de monitoreo y rastreo, posibles competidores que implementen modelos que incluyan dispositivos de seguimiento y rastreo de bicicletas (Tabla 19). Estas empresas ofrecen soluciones con tecnología aplicada como rastreo por satélite o por celular, por sistema de ondas, GPS.

Tabla 19
Competidores

	<p>Logyca https://www.logyca.com/</p>
	<p>Detector http://detektor.com.co/personas/index#7</p>
	<p>Tracker http://www.solucionestracker.com.co/</p>
	<p>Colombia GPS http://nueva4.colombiagps.com.co/</p>

Directamente en Bogotá se encuentra: Salvaguardar LTDA, Rastreo Satelital SAS, Rastreo Satelital de Colombia, Rastreo y Localización Satelital Rilsa SAS, Mossad Rastreo Satelital SAS, Alcon Rastreo Satelital SAS, RastreoOAVL SAS, Rastreo y Monitoreo SAS, Satelital Global Red

LTDA, Satelital de Carga CYA SAS, Satelital Comunicaciones EU, Rastreo Urbano y Buses Escolares SAS, entre otros.

En conclusión, aplicando las cinco fuerzas de Porter, para analizar si el modelo planteado se puede desarrollar dentro del entorno y con existencia de soluciones alternativas, tenemos (Figura 51):

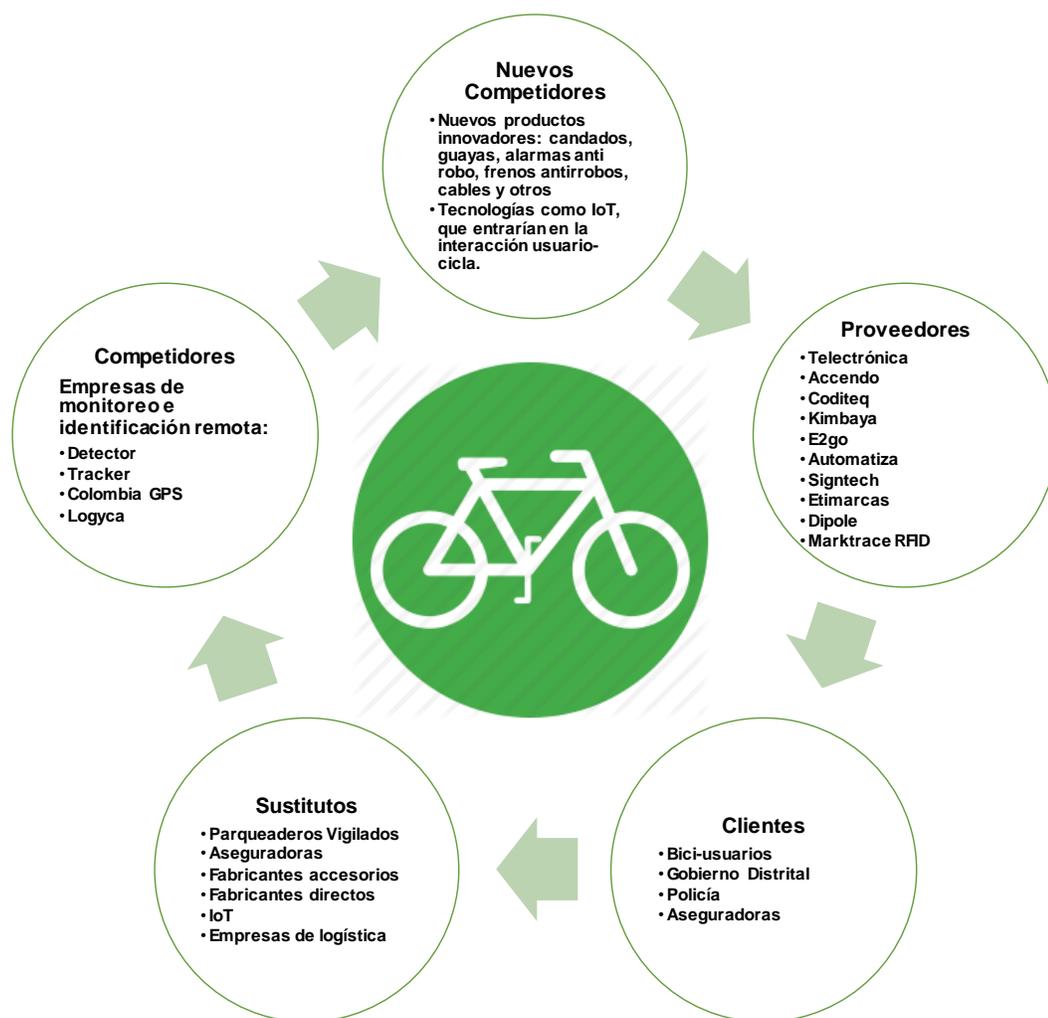


Figura 51. Conclusión Fuerzas de Porter. Elaboración propia.

Existen soluciones en el entorno que de alguna forma pueden ayudar a mitigar el robo de bicicleta de forma aislada e independiente por dispositivo, pero no existe una solución integral que

incluya un modelo operativo como el planteado en el TO BE, que parte de un registro único de bicicleta y usuario, contando con solución de actualización de información incluyendo el bloqueo por robo, y pasando por control de entes de control que permitirán detectar el bien robado (con tecnologías actuales). La integración que tiene el modelo garantiza la autenticación del verdadero dueño de la bicicleta.

8.4 Matriz DOFA, debilidades y fortalezas del modelo frente al entorno

La matriz DOFA (SWOT), permitió evaluar el modelo propuesto frente al entorno que se tiene en Colombia y especialmente en Bogotá determinar si es conveniente el modelo, el cual estaría integrado al registro único administrativo de bici-usuarios. Para esto se realizó la identificación a nivel interno de fortalezas y debilidades. También en su entorno (externo) que influencia se tendrá, que puede influir positiva o negativamente para poder saber si es viable, variables como la economía, la tecnología, temas políticos y sociales. Para este análisis se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Solucione integral no aislada.
- Alcance de la solución para los usuarios
- Solución aplicada a tecnología de punta.
- Políticas y normas gubernamentales.

Análisis DOFA

Tabla 20

Análisis DOFA Fortalezas

Fortalezas
Solución integrada al registro único de bicicleta
Integración de los dispositivos a diferentes tecnologías.

Solución que permite rastrear y seguir el bien.

Estar alineado con la política distrital.

Solución no solo aplicada a los bici usuarios sino al distrito, policía, aseguradoras

Contar con volumetría de usuarios

Contar con el estado actual de la bicicleta en línea

Autenticación del dueño

Tabla 21

Análisis DOFA Debilidades

Debilidades
Dependencia Gubernamental
Dependencia directa de proveedores en la tecnología.
Manejo de precios al consumidor según la tecnología

Tabla 22

Análisis DOFA Oportunidades

Oportunidades
Credibilidad en los bici-usuarios
Asociarse con aseguradoras para promocionar los productos
Integrar nuevas tecnologías como IoT
Posibilidad de nuevos usuarios con distribuidores de bicicletas y almacenes de cadena

Tabla 23

Análisis DOFA Amenazas

Amenazas
Control político
Nuevas políticas y normas

Cambios tecnológicos

Descontrol en comercialización soluciones Chinas

Políticas de uso de la bicicleta

Miedo a perder la libertad por parte de los bici usuarios

Otras alianzas entre nuevas soluciones y el gobierno

Se analizó y construyó la matriz de estrategia, teniendo en cuenta cada una de las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas que se definieron para cada parámetro.

Estrategias

Tabla 24
Estrategias FO

Fortalezas	
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> Mantener vigilancia normativa sobre el alcance y motivación del acuerdo de ley de registro único administrativo de bicicletas Integrar nuevos dispositivos en el mercado para la identificación remota que estén en línea con la tecnología Alianza con empresas aseguradoras, tecnología y confianza para el cliente

Tabla 25
Estrategias DO

Debilidades	
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> Alianzas con proveedores de dispositivos, manejando mejores canales y precios Alianzas con distribuidores de bicicletas y accesorios, manejo de precios Alianzas de conveniencia y cobertura con aseguradoras Negociar patrocinio por medio de promociones de productos y servicios por APP y página Web

Tabla 26
Estrategias FA

Fortalezas	
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Continuo seguimiento a las estrategias distritales y políticas gubernamentales • Negociación de mejores productos con garantía al bici-usuario • Poder tener concesión con el distrito manteniendo independencia, pero con lineamientos normativos. • Ejecutar piloto que de credibilidad al bici-usuario y herramientas a los entes de control, permitiendo que el usuario se registre y adquiera la solución a su medida.

Tabla 27
Estrategia DA

Debilidades	
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento a la creación y comercialización de dispositivos de identificación remota. • Seguimiento a las estrategias distrital • Analizar cambios y visiones políticas que impacte la solución • Búsqueda de ayuda presupuestal tanto del gobierno como de empresa privada

Conclusión DOFA

Con el análisis anterior de Porter bajo la estrategia DOFA, se puede concluir, ver figura 52:



Figura 52. Conclusión análisis Porter y DOFA. Elaboración Propia.

Dentro de la estrategia para hacer robusto este modelo, se encuentra el seguimiento constante a las estrategias del distrito, pasando por tener alianzas con empresa privada, proveedores y aseguradoras; así mismo estar alineado con las diferentes alternativas tecnológicas que estén el mercado, todo esto unido a realizar un buen piloto, en donde se genere credibilidad sobre el modelo a los bici usuarios.

Adicional a este análisis, importante conocer la acogida de este modelo por parte de los bici-usuarios, como ven la posibilidad de contar con soluciones integrando tecnologías que puedan mitigar el hurto y asalto de las ciclas en la ciudad, para esto se realizó una encuesta dirigida exclusiva a los ciclistas activos en la ciudad, a continuación.

8.5 Análisis de intensidad de uso de usuarios de un modelo operativo para el registro y ubicación de bicicletas en la ciudad de Bogotá

Por diferentes medios, incluida redes sociales, se identifica una red de apoyo entre los ciclistas, con el propósito de denunciar de alguna manera los delitos a los que son expuestos tanto hurto como asalto por quitarles la bicicleta, dentro de esta red, se encontró un sitio web dedicado a generar mapas de calor con la información dada por los usuarios que reportan algún robo o asalto (figura 53 y 54). Dentro de la información reportada, está la dirección en donde se ejecutó el vandalismo, con estos datos generan las zonas de calor y así ubicar las de más alto riesgo,

Tabla 28

Zonas con mayor reporte de asaltos de bicicletas en Bogotá



Figura 53. Definición zonas de análisis.

Elaboración Propia

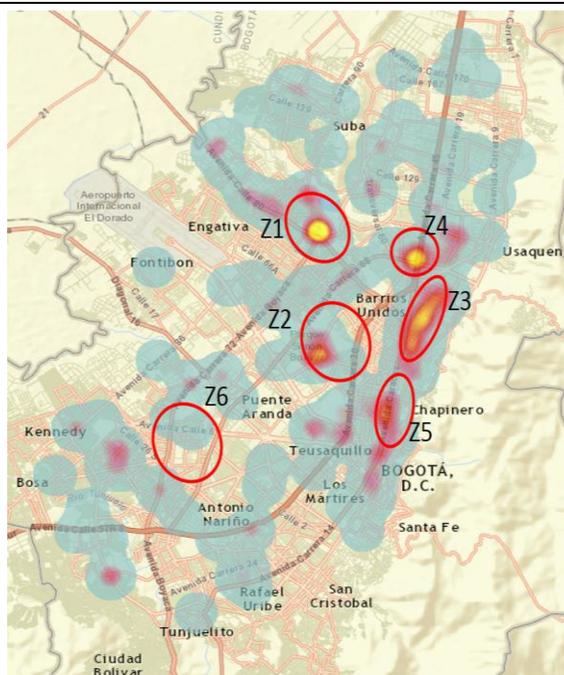


Figura 54. Zonas con mayor reporte de asaltos de bicicletas en

Bogotá. (Bicicletero, 2017)

Esta información fue el punto de partida para el plan y ejecución de las encuestas a los bici-usuarios en la ciudad de Bogotá.

En este estudio se trabajó con muestreo convencional, como lo explican Otzen & Manterola (2017). “Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (p.4). Con población e individuos representativos para el caso bici-usuarios que utilizan la bicicleta como medio de transporte diario y con zonas delimitadas definidas como las más peligrosas en el hurto de bicicletas ver tabla 28, la encuesta se enfocó a tres factores:

- Riesgo de ser vigilado: llamado en el ejercicio riesgo. (Ver tabla 29).
- Seguridad. (Ver tabla 30).
- Intensión de uso: llamado Uso en el ejercicio. (Ver tabla 31).

El cuestionario se planteó utilizando escala Likert siguiendo lo establecido por García, Aguilera, & Castillo (2011).

Tabla 29
Factor Riesgo por ser vigilado

Pregunta	Posibles Respuestas
¿Le parece bueno si cuenta con un registro único que certifique y garantice la propiedad de su bicicleta?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Cree que el registro único de su bicicleta, podrá ayudar a las entidades gubernamentales y de seguridad en el control y seguridad de los usuarios?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Le incomodaba estar vigilado por un sistema de control de Bicicletas?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Le incomodaba estar vigilado por un sistema de rastreo de Bicicletas?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __

Tabla 30
Factor Seguridad

Pregunta	Posibles Respuestas
¿Siente tranquilidad al contar con un registro único que le garantice la propiedad de su bicicleta?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Estaría más seguro utilizando un sistema de control en su bicicleta?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Estaría más seguro utilizando un sistema de seguimiento y rastreo para su bicicleta?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Se sentiría más seguro si un sistema le ayudara a identificar los sitios más seguros por donde transitar en su bicicleta?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __

Tabla 31
Factor Intensión de uso

Pregunta	Posibles Respuestas
¿Estaría dispuesto a pagar por un sistema de localización y monitoreo que ubique su bicicleta en caso de robo?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Estaría dispuesto a pagar por un sistema que le permita identificar las zonas menos viables para transitar en su bicicleta?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __
¿Estaría dispuesto a invertir en un sistema que le permita unirse a una red colaborativa para eventos que impliquen velar por la seguridad como bici usuario?	Totalmente en desacuerdo __ En desacuerdo __ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo __ De acuerdo __ Totalmente de acuerdo __

Este ejercicio de encuestas se realizó en un periodo de quince días, tomando días hábiles de la semana (lunes a viernes) y en horario de 4:00 PM a 6:00 PM, este horario se elige teniendo en cuenta que es el periodo en donde más bici-usuarios activos recorren la ciudad, adicional este horario sirve para que la muestra sea más asertiva, pues los bici-usuarios tiene más tiempo para poder responder (no tienen premura de ir a su sitio de trabajo).



Figura 55. Población de encuestados. Elaboración propia.

Se toma una población de 215 encuestados (Figura 55), sobre esta población, se presenta de manera general las cifras con respecto al nicho de mercado (Figura 56), por zonas tenemos:

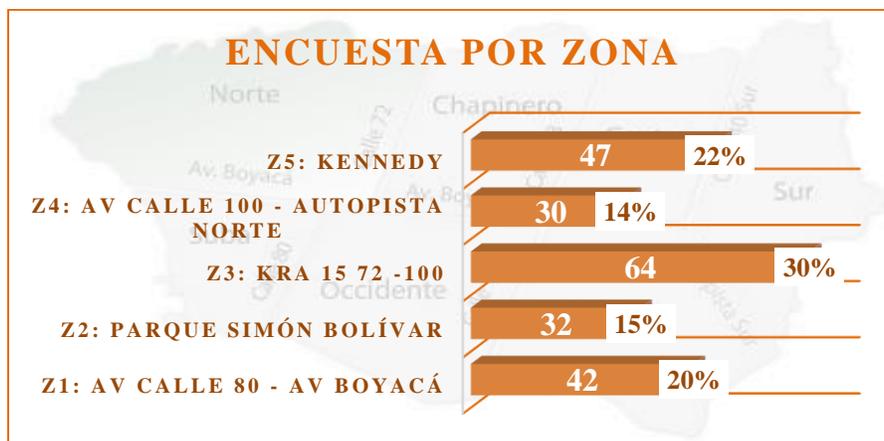


Figura 56. Encuesta por Zona. Elaboración propia.

La zona norte, circuito vial carrera 15 entre las calles 72 y 100, fue la zona con mayor porcentaje de encuestados 64 para un 30%.

En la figura 57, se presenta el rango de edades de los encuestados,

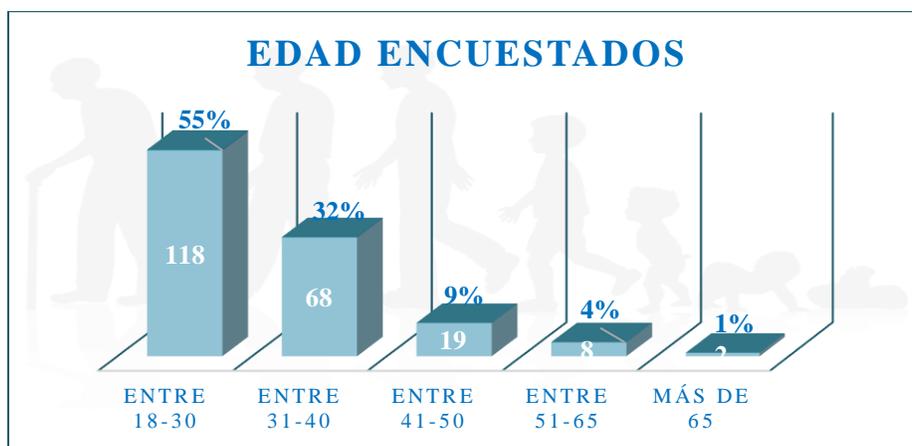


Figura 57. Edad de los encuestados. Elaboración Propia.

La edad de mayor número de encuestados se encuentra entre los 18 y 30 años.

Por estrato social se muestra en la figura 58,

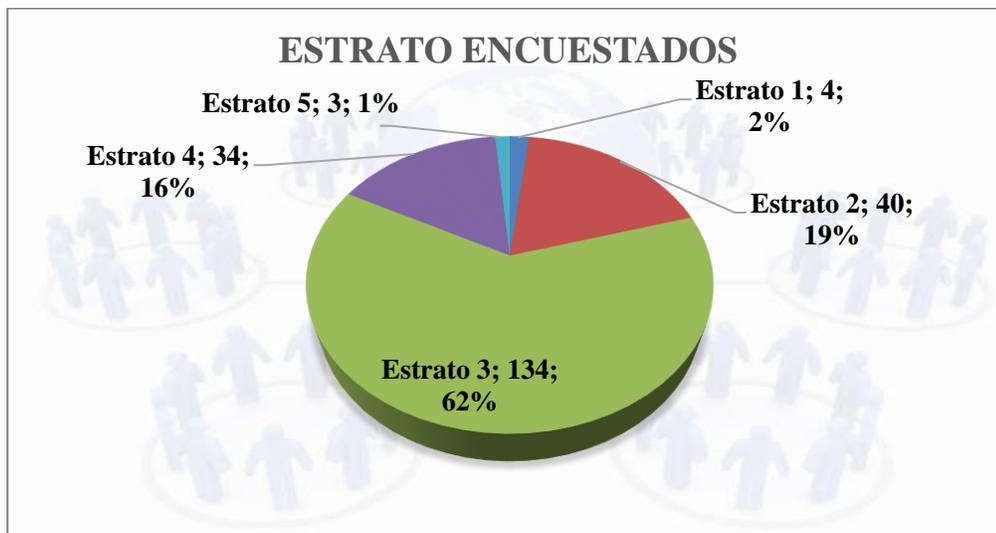


Figura 58. Estratos encuestados. Elaboración propia.

El mayor número de encuestados reside en estrato 3, siguiéndolo el 2 y el 4 respectivamente.

La ocupación de los encuestados corresponde, figura 59:

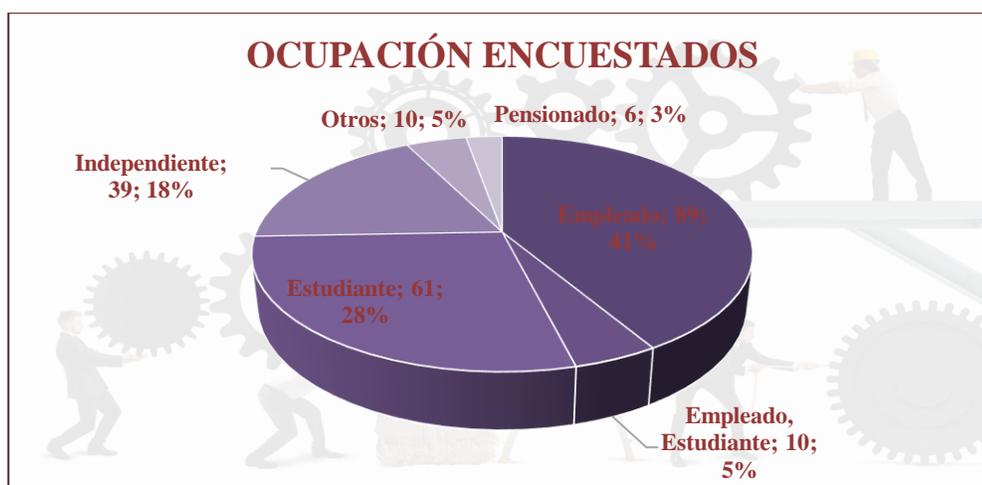


Figura 59. Ocupación encuestados. Elaboración propia.

Siendo los empleados los que más utilizan este medio, seguido los estudiantes.

La figura 60 permite identificar un poco los valores en los que oscilan las bicicletas:

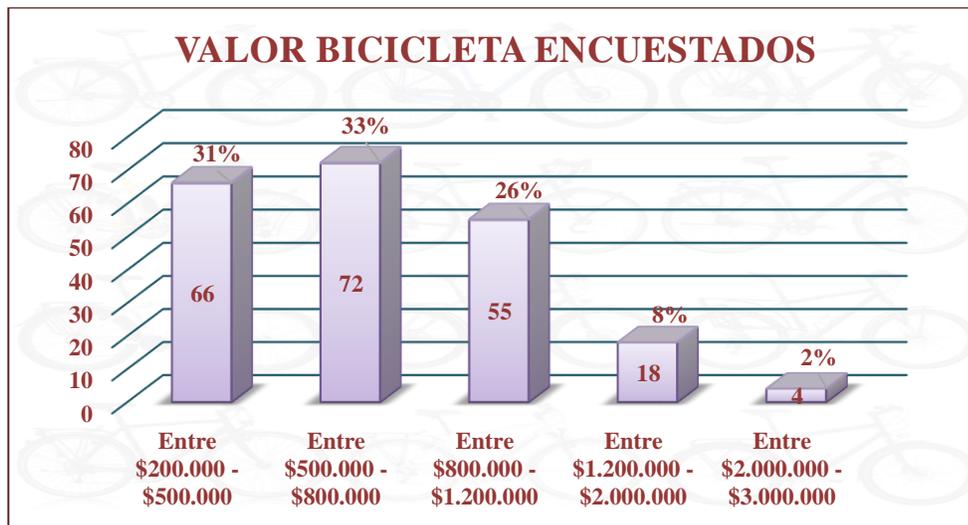


Figura 60. Valor bicicletas encuestadas. Elaboración propia.

La población de bici-usuarios encuestados cuenta con bicicletas que no superan un valor de un millón en la mayoría de los casos.

8.5.1 Análisis de factores:

Primero se realizó el análisis de factores para verificar el comportamiento en cada pregunta. Análisis alfa Cronbach, el cual busca calcular la confiabilidad de la encuesta como lo definen González & Pazmiño, (2015).

Se aplicó análisis Cronbach a los factores de seguridad e intensidad de uso con la finalidad de establecer el grado de confiabilidad, con un resultado de 0.77(ver figura 61), es decir, consistencia en instrumento, para esto se utilizó software de estadística SAS, la formulación se planteó de acuerdo con (O'Rourke, Ph.D., R.Psych., & Hatcher, 2013), ver anexo 4.

Cronbach Coefficient Alpha

Variables	Alpha
Raw	0.770917
Standardized	0.765590

Figura 61. Coeficiente Cronbach aplicado a los tres factores

Se evidencia que hay homogeneidad en los resultados, por tal razón se mantienen todas las preguntas.

8.5.2 Análisis de correlación de factores

Este permite identificar relaciones de dependencia entre los factores evaluados, es decir, si las preguntas están ligadas y permiten esta integración.

En la figura 62, se ven las preguntas relacionadas y correlacionadas para los dos factores uso y seguridad.

Rotated Factor Pattern (Standardized Regression Coefficients)

		Factor1	Factor2
P_08	P_08	64 *	22
P_09	P_09	76 *	14
P_10	P_10	92 *	-26
P_11	P_11	67 *	22
P_12	P_12	72 *	19
P_07	P_07	37	45 *
P_14	P_14	9	76 *
P_15	P_15	-15	96 *
P_16	P_16	16	64 *

Printed values are multiplied by 100 and rounded to the nearest integer. Values greater than 0.4 are flagged by an '*'.

Figura 62. Análisis de factores

El resultado muestra que el análisis se puede hacer con dos dimensiones: seguridad e intensidad de uso. La pregunta 7 “¿Estaría más seguro utilizando un sistema de seguimiento y rastreo para su bicicleta?”, une estas dos dimensiones, por esto se da la correlación entre estas dos dimensiones, como se ve en la figura 63.

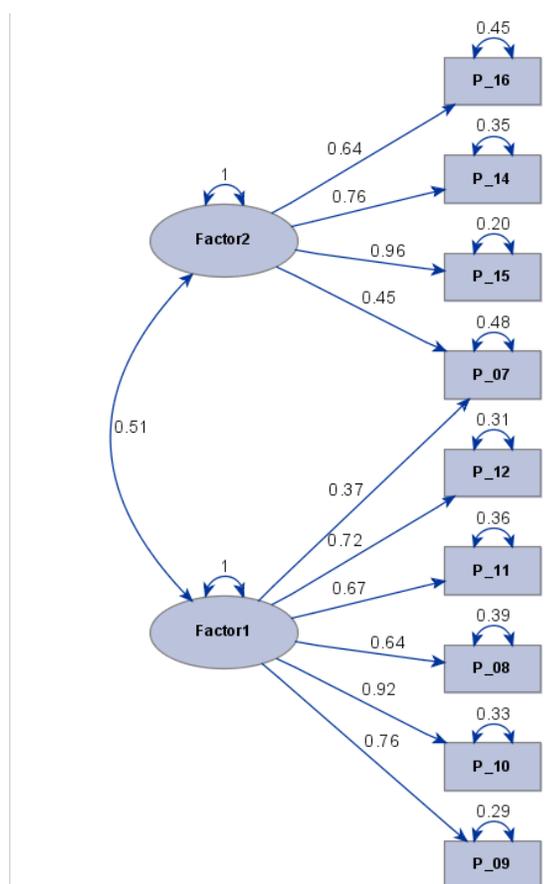


Figura 63. Diagrama correlación de factores

8.5.3 Conclusiones de la encuesta

- El trabajo de campo realizado tuvo una participación del sector a evaluar, en donde la estrategia de zonas, días y horario ayudó a que la medición fuera coherente y confiable.

- De las tres dimensiones a evaluar, se logró realizar el análisis de dos factores, teniendo en cuenta su correlación.
- Se evidencia una alta relación entre la necesidad de uso y la seguridad.
- Se evidencia alto grado de necesidad de mecanismos de seguridad para el mercado de los ciclistas.
- Existe relación entre la intensidad de uso y la seguridad vs el valor de la bicicleta, frente a la comparación con la edad y el nivel socioeconómico.

8.6 Conclusiones objetivo específico III

- Resultado del ejercicio de Porter, DOFA se concluye que el planteamiento del modelo operativo (To Be) tiene viabilidad y potencial, tanto Porter como DOFA, permitieron revisar este modelo frente al entorno, contemplando desde lo existente en el mercado sobre soluciones hasta la evaluación interna y externa del modelo y así establecer estrategias que ayuden a potencializarlo.
- Sumado a esto el análisis de intensidad de uso del modelo, refleja la necesidad de una solución para mitigar el hurto y asalto a los bici usuarios, el análisis a la encuesta realizada tiene un resultado de la necesidad frente al factor de seguridad en la ciudad.

CONCLUSIONES GENERALES



Figura 64. Conclusiones generales

- Como respuesta a la primera pregunta de investigación, de acuerdo con los resultados del análisis del objetivo I, se puede concluir: que existen las tecnologías adecuadas para mitigar la problemática de robo de bicicletas (hurto y asalto). Se reconoce que la tipología de GPS y WWAN móvil es más adaptable y de mayor conveniencia en la solución por mitigar el hurto y asalto de bicicletas.

- A la segunda pregunta de investigación, y con el análisis realizado, se puede concluir que no existe en Bogotá una norma que rijan estrictamente sobre los bici usuarios y la seguridad sobre su bien, existe un acuerdo de ley aprobado en mayo de 2017 para el registro único de bicicleta pero no puesto en ejecución, sumado a que el desarrollo de este acuerdo está limitado por tema presupuestal, voluntad política y a una verdadera concientización de los bici usuarios.
- Para la tercera pregunta, se plantea un modelo operativo que involucra mejoras mayores sobre la solución distrital en donde desde la ingeniería se aplica solución tecnológica, levantamiento del proceso y sobre todo identificando oportunidades de mejora dándole valor para tener una solución integral.
- Para la propuesta de este modelo se requiere de tres grandes piezas, la viabilidad tecnológica, estrategia gubernamental (normas, políticas y apoyo) y un modelo operativo que contemple una solución integral para un registro único de bicicleta planteado en el To Be de este proyecto.

RECOMENDACIONES

- En la tecnología y desde punto de vista de la ingeniería, pese a que las tecnologías existen y continúan su evolución, se debe tener cuidado con la implementación de estas, de acuerdo con el grado de madures de la infraestructura de cada región.
- En el caso estatal, importante poder potencializar el gobierno (cartera) de la bicicleta no solamente en Bogotá sino a nivel nacional, siguiendo como ejemplo el caso de éxito de la integración del RUNT en Colombia.

CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO

- En este trabajo se muestra de manera integral la problemática que trae el robo de bicicletas y la recuperación de esta contra la propiedad del bien. Adicionalmente el impacto que causa al reducir la tendencia de uso afectando temas de medio ambiente y movilidad.
- Se puede mostrar que entre el ámbito político y la ingeniería existe una brecha que conlleva a crear iniciativas que no satisfacen las necesidades de la población, y en su ejecución no existe una planeación clara, esto genera sobrecostos y puede afectar su puesta en marcha y uso.
- Con el uso de herramientas analíticas desde la gerencia de ingeniería, es posible no solo abordar problemáticas de ciencia aplicada sino también aspectos sociales.
- Este proyecto, que realizó el análisis de las partes aisladas como la tecnología, normativa, gobierno y la necesidad; permitió integrar conceptos que dieron resultado a un modelo operativo, en donde se da un paso a futuros trabajos o desarrollo más profundos sobre el tema.

FUTURA INVESTIGACIÓN

Para futuros estudios de profundización, se pueden plantear otros factores para complementar:

- El análisis de mercado como oportunidad para plantear un modelo de negocio.
- Análisis de viabilidad financiera.

REFERENCIAS

- Akins, K., Goodson, M., Skeggs, P., Rumbaugh, S., & Zyla, C. (2013). Patent Application Publication Pub. No.: US 2017/0139001 A1. US.
- AMTS. (2011). Ordenanza municipal de bicicletas de Pamplona. Recuperado a partir de <http://asociacionmts.blogspot.com.co/2011/04/ordenanza-municipal-de-bicicletas-de.html>
- Awange, J. L. (2012). Environmental Monitoring Using GNSS. *Springer*, 10.1007/97.
- Ayuntamiento de Alicante. (2011). Ordenanza de circulación de peatones y vehículos. Ayuntamiento de Alicante. Recuperado a partir de <http://www.alicante.es/sites/default/files/documentos/normativa/ordenanza-municipal-circulacion-peatones-y-vehiculos/ord-circulacion.pdf>
- Ayuntamiento de Sevilla. Boletín Oficial Provincia de Sevilla (2007).
- Aznar Bellver, J., & Guijarro Martínez, F. (2005). *Nuevos métodos de valoración Modelos multicriterio*.
- Bogotá Como Vamos. (2015). *Informe especial. Cómo vamos con la bicicleta*.
- BOGOTÁ COMO VAMOS. (2017). *Lucha contra la contaminación*.
- Códigos de barra online. (2016). Código de barras: conoce su historia, características y usos. Recuperado a partir de <http://www.codigosdebarraonline.com/historia-codigo-de-barras>
- Concejo de Bogotá. PROYECTO DE ACUERDO 335 DE 2015 “Por el cual se establece un registro voluntario único de control y marcación de las bicicletas que circulan en Bogotá D.C.”, Pub. L. No. 335 (2015).

- Concejo de Bogotá. (2016). PROYECTO DE ACUERDO 175 DE 2016 “POR EL CUAL SE ESTABLECE EL SISTEMA DE REGISTRO DISTRITAL VOLUNTARIO ÚNICO DE CONTROL Y MARCACIÓN DE BICICLETAS EN BOGOTÁ D.C.”, 1–18.
- Concejo de Bogotá. ACUERDO 674 DE 2017 “POR EL CUAL SE ESTABLECE EL SISTEMA ÚNICO DISTRITAL DE REGISTRO ADMINISTRATIVO VOLUNTARIO DE CONTROL Y MARCACIÓN DE BICICLETAS EN BOGOTÁ D.C.” (2017).
- Congreso de la Republica. Ley 769 de 2002. Código de Transporte Terrestre. (2002).
- Congreso de la República de Colombia. Ley 1811 de 2106 (2016).
- Diez Martínez, J. M. (2015). Red CiViNET España y Portugal “ Las Ciudades y la Bicicleta ”.
- Fajardo, F. L. (2012). *Tecnología RFID en Colombia, un negocio con muchas oportunidades*. Bogotá D.C.
- Fallas, J. (2002). *SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL*. Costa Rica.
- Fernández, S. A., García, C. R.-M., & Frías, J. D. M. (2006). *RFID: La tecnología de identificación por radio frecuencia*. Madrid.
- García, J., Aguilera, J., & Castillo, A. (2011). Guía técnica para la construcción de escalas de actitud. *Odiseo, Revista electrónica de Pedagogía.*, 8, 13.
- González, J., & Pazmiño, M. (2015). Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach para el caso de validación de la. *Revista Publicando*, 2(1), 62–77. <https://doi.org/1390-9304>
- GS1 Colombia. (2017). Captura de códigos de barra. Recuperado a partir de <https://www.gs1co.org/Estándares/captura-de-codigos-de-barras.aspx>

- GS1 Logyca. (2017). Códigos de barras de localización. Recuperado a partir de <https://www.gs1co.org/tienda-virtual/logyca/codigo-de-barras-para-localizacion>
- Hernández, A., Álvarez, H., & Arango, B. (2012). Los Sistemas de Monitoreo Satelital, una propuesta logística integral para el manejo de la cadena de suministro en las Empresas del sector transporte. *REVISTA GESTIÓN DE LAS PERSONAS Y TECNOLOGÍA*.
- Holland-Cycling.com. (2013). Bicycle theft - how to avoid the pitfalls? Recuperado a partir de <http://holland-cycling.com/tips-and-info/safety/bicycle-theft>
- Horton, D. R. (1998). United States Patent US005815069A. US.
- Instituto Distrital de Recreación y Deporte. (2017). Historia de la Ciclovía. Recuperado a partir de <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/content/historia-de-la-ciclovía>
- Intermec Technologies Corporation. (2007). *Conceptos básicos de RFID*.
- Investiga Bogotá. (2018). *Transporte en Bogotá*. Bogotá D.C.
- Johnson, S. D., Sidebottom, A., & Thorpe, A. (2008). *“Bicycle Theft” Problem-Oriented Guides for Police Problem-Specific Guides Series 52*.
- Lai, T. T.-T., Lin, C.-Y., Su, Y.-Y., & Chu, H.-H. (2011). BikeTrack: Tracking Stolen Bikes through Everyday Mobile Phones and Participatory Sensing, 1–5.
- Marqués, R. (2011). Sevilla: una experiencia exitosa de promoción de la movilidad en bicicleta en el Sur de Europa. *Hábitat y Sociedad*, 107–130.
- NOTICIAS DE NAVARRA / Salvo, M. (2015). El fracaso del sistema Bicitronic deja a 366 usuarios sin registro. Recuperado a partir de

<http://www.noticiasdenavarra.com/2015/12/12/vecinos/pamplona/el-fracaso-del-sistema-bicitronic-deja-a-366-usuarios-sin-registro>

O'Rourke, N., Ph.D., R.Psych., & Hatcher, L. (2013). *A Step-by-Step Approach to Using SAS for Factor Analysis and Structural Equation Modeling, Second Edition*.
https://doi.org/10.1111/insr.12111_2

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio Sampling Techniques on a Population Study. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227–232.
<https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Rodrigo Julián, G. Q., & Fernanda Lina, P. V. (2015). Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y administración del transporte., 53–62.

Saaty, T. L. (2012). *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World* (Third Edit).

Secretaría de Movilidad. (2016). *La Bicicleta en Bogotá - Plan Bici*.

Secretaría Distrital de Tránsito y Transporte. RESOLUCIÓN 009 DE 2002 (Enero 31) “POR MEDIO DE LA CUAL SE EXPIDEN NORMAS RELACIONADAS CON EL TRÁNSITO DE VEHICULOS NO AUTOMOTORES” (2002).

Silva, D., Henao, J., Pedraza, C., & Vega, F. (2015). Uso de tecnologías emergentes para el monitoreo de tráfico vehicular. *Actas de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia*, 1, 139–144.

Solano-Pinzón, N., Pinzón-Marroquín, D., & Guerrero, W.-J. (2017). Modelos de localización de

cámaras de vigilancia en una red de transporte público masivo. *Ingeniería y Ciencia*, 13(25), 71–93. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.13.25.3>

Tapia Fernández, A. (2000). *La investigación científica*. (Universidad Católica Santa María, Ed.).

van Lierop, D., Grimsrud, M., & El-Geneidy, A. (2015). Breaking into bicycle theft: Insights from Montreal, Canada, 9, 24.

ANEXOS

1. Resumen de Entrevista asesores Concejo de Bogotá

Entrevista realizada a dos asesores del partido político MIRA, quienes participaron en el desarrollo del proyecto de acuerdo No 175, el cual fue sancionado por el Alcalde Mayor de Bogotá el 23 mayo de 2017 y transformado en el Acuerdo 674. El objetivo conocer como fue desarrollado el proyecto de acuerdo, fases en su desarrollo y siguientes pasos.

Temario Propuesto: Desarrollo proyecto de acuerdo No. 175 y Acuerdo 674 – Sistema único distrital de registro administrativo voluntario de control y marcación de bicicletas en Bogotá D.C.

Conclusión de la entrevista:

El partido MIRA desde el concejo de Bogotá en el proyecto “Onda Bici segura”, incentivaron a que se analice, estudie y apruebe un acuerdo de ley que ayudara a disminuir el hurto de bicicletas en la ciudad, esto por el incremento de este flagelo en los últimos años.

Acompañado de esta iniciativa está el apoyo que ha dado el gobierno distrital en los últimos años, en donde se ha incentivado el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo, en pro de ayudar con la movilidad en Bogotá.

Para este análisis los miembros de esta iniciativa tomaron experiencias internacionales de los ayuntamientos en España, en donde se han implementado diferentes proyectos en pro de ayudar con la seguridad de los bici-usuarios (experiencias compartidas en el marco teórico).

Éste acuerdo de ley tuvo varios intentos de ser aprobado, durante varios años hasta que finalmente en mayo del 2017 fue aprobado como el registro único administrativo de bicicletas, la ejecución de esta iniciativa se realiza por parte del gobierno distrital, ellos son los que definen

cómo se desarrollará para cumplir con este acuerdo de ley. El concejo asegura que para estos tipos de acuerdos no se coloca fecha límite de ejecución, simplemente se realiza el debido seguimiento del estado en el que se encuentra la implementación de este por parte del distrito.

La implementación de este proyecto tiene en cuenta factores como rubro presupuestal, el cual parte de las iniciativas del distrito y su propósito de incentivar el uso de la bicicleta, así mismo la voluntad política de querer hacer real este acuerdo. Por este motivo presupuestal y teniendo en cuenta el análisis de costos, se decide que este registro único administrativo debe ser voluntario y sin costo para el usuario, esto de manera que se incentive que los bici-usuarios se registren y que no se sienta que se obliga a tener este tipo de soluciones que da el estado o que sientan pérdida de libertad, y más aún que un registro le pueda costar al usuario más que su mismo bien.

Actualmente no se cuenta con la información de la volumetría de cuantos bici-usuarios existen Bogotá, pero se cuenta con información dada por la Secretaria de Movilidad, de unos 600.000 viajes en bicicleta (Investiga Bogotá, 2018), con este registro se podría manejar volumetrías de bici-usuarios, así mismo la información básica del usuario que será la herramienta para los entes de control en caso de hurto y recuperación de la cicla.

2.Resumen de Entrevista asesor secretaria de Movilidad de Bogotá

Así mismo para saber “el cómo”, el distrito ejecutará el proyecto y cumplirá con el acuerdo de ley, se realiza entrevista a uno de los asesores de la Secretaría de Movilidad de Bogotá, específicamente la Dirección de Transporte e Infraestructura, con el propósito de obtener información acerca del desarrollo del proyecto que ayudará a que el acuerdo 674 de mayo del 2017 se lleve a cabo para la ciudad de Bogotá.

Temario de la entrevista: Desarrollo del proyecto para ejecución del acuerdo 674 de mayo de 2017.

La secretaria de movilidad con base en estudios y encuestas sobre la cantidad de viajes realizados por estratos realizó un análisis de viabilidad del proyecto y su presupuesto, por esto deciden que el registro único de bicicletas será como lo dice el acuerdo administrativo y no operativo, así mismo voluntario. La inversión será patrocinada por los diferentes estamentos del distrito que intervienen en este proyecto, por esto sus desarrollos están enfocados en tres grandes ítems: primero software, que consiste en una base de datos única en donde estará la información básica del registro del bici-usuario, y una entrada (front) que permite este registro. Para el hardware, aún están proceso de lluvia de ideas, lo cierto es que parten de una matrícula o un ID en donde por medio de un sticker, se realizará la marca respectiva, pero aún no han definido que tipo ni que mecanismo y como se realizará esta marcación. Y tres el seguimiento y control se realizará por medio de los PDA (asistente personal digital), que actualmente es utilizado por la policía, para validación de identificación de los ciudadanos. Esta solución se toma dado que el presupuesto para este proyecto es reducido y aprovechando que existen mecanismos de control que permiten integrar esta nueva solución.

El gobierno de esta solución está en cabeza de la SMB, pero lo seguirá la secretaría de seguridad como parte fundamental del distrito. Se tomarán buenas experiencias como las del RUNT en Colombia, pero solo a nivel de administración, la parte de novedades y operación no aplican para la bicicleta. Así mismo se garantiza de manera controlada que el registro de las bicicletas corresponda y que el ciudadano a ser registrado cuente con documento de identificación y se registre en los sitios que establezca el distrito.

Desafortunadamente este registro solo aplica para Bogotá con lo cual este control será netamente en la ciudad y está proyectado tener listo la solución para mediados del año 2018.

Con esta entrevista se establece el alcance que tiene este acuerdo de ley y como el distrito ejecutará y llevará a cabo esta norma.

3. Resumen de Entrevista Director de operaciones Concesión RUNT

El Registro único de bicicletas que propone el Concejo de Bogotá como solución para mitigar el robo de Bicicletas, de acuerdo con el estado del arte es similares con la solución de registro utilizada en los vehículos en Colombia, pero dadas las condiciones para el registro único administrativo de bicicletas, su implementación no tiene el alcance y cobertura que el RUNT, ¿por qué?, conozcamos cómo funciona el RUNT en Colombia desde la experiencia propia de uno de sus directivos, para esto se entrevistó al Director de Operación de la concesión RUNT en Colombia.

Temario de la entrevista: Evolución, alcance, objetivo y funcionamiento del RUNT en Colombia

La concesión lleva en funcionamiento ocho años, desde que el gobierno en cabeza del Ministerio de Transporte realiza licitación con el propósito de tener una concesión para el manejo de RUNT en Colombia. Las funciones del RUNT, son tener una única base centralizada del parque automotor, conformada por registro de automotores, conductores, empresas de transporte público y privado, licencias de tránsito, infractores de tránsito y transporte, centros de enseñanza automovilística, registro de seguros, empresas que prestan servicio a este sector, remolques y semirremolques, accidentes de tránsito y maquinaria agrícola.

Todos los registros están integrados de manera que se tiene de forma central desde el curso de enseñanza, pasa por la licencia, vehículo, seguimiento de infracciones, etc. del automotor y del usuario.

Adicionalmente el RUNT, está conectado con otros organismos como el SIMIT (sistema integrado sobre multas), la DIAN, dirección de tránsito de la policía y vías de transporte VITRA. Así mismo el RUNT y su sistema integrado permite generar información de valor para el gobierno y demás estamentos que lo requieren.

Algo importante que permite esta solución integral de RUNT, es que, si se requiere adicional otro tipo de registro, está en la capacidad de integrar de manera oportuna, para esto es importante contar con un business case que haga viable la inversión que se requiere para realizar cualquier integración.

4. Análisis estadístico

Análisis Correlación de factores.

Tabla 32

Calculo de Varianza

Type 3 Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
EDA	1	196	0.47	0.4942
NS	1	196	0.20	0.6589
P_05	3	196	4.10	0.0076

En la tabla superior se observa la que el valor de la bicicleta influye en la intensidad de uso de sistema que ayude en la seguridad.

Análisis Factor USO

Tabla 33*Comparación entre rango de costo de bicicletas (Factor Uso)*

Differences of Least Squares Means									
Effect	P_05	P_05	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Adjustment	Adj P
P_05	1	2	-0.3359	0.4975	196	-0.68	0.5004	SMM	0.9840
P_05	1	3	-1.3398	0.5371	196	-2.49	0.0134	SMM	0.0776
P_05	1	4	-2.2437	0.7822	196	-2.87	0.0046	SMM	0.0271
P_05	2	3	-1.0039	0.5108	196	-1.97	0.0508	SMM	0.2668
P_05	2	4	-1.9078	0.7575	196	-2.52	0.0126	SMM	0.0729
P_05	3	4	-0.9039	0.7782	196	-1.16	0.2468	SMM	0.8147

En la tabla 58. Se realiza una comparación entre rango de costos de bicicleta, en este análisis se puede identificar que las bicicletas con mayor costo tienden a tener mayor peso en la intensión de uso de algún sistema que ayude en temas de seguridad que las más económicas.

Análisis Factor Seguridad

Tabla 34*Efecto Rango costo de Bicicletas sobre Factor Seguridad*

Type 3 Tests of Fixed Effects					
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F	
EDA	1	196	1.79	0.1821	
NS	1	196	0.53	0.4666	
P_05	3	196	3.63	0.0139	

El efecto de la bicicleta sobre el factor de seguridad se ve marcado en este análisis.

Tabla 35*Comparación entre rango de costos de bicicletas (Factor Seguridad)*

Differences of Least Squares Means									
Effect	P_05	P_05	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t 	Adjustment	Adj P
P_05	1	2	0.3742	0.6549	196	0.57	0.5684	SMM	0.9933
P_05	1	3	-0.7181	0.7070	196	-1.02	0.3111	SMM	0.8911
P_05	1	4	-2.7735	1.0297	196	-2.69	0.0077	SMM	0.0451
P_05	2	3	-1.0922	0.6724	196	-1.62	0.1059	SMM	0.4862
P_05	2	4	-3.1477	0.9972	196	-3.16	0.0018	SMM	0.0110
P_05	3	4	-2.0554	1.0245	196	-2.01	0.0462	SMM	0.2456

En la tabla anterior se aprecia de nuevo que las Bicicletas de mayor costo tiene mayor intensidad de uso de algún sistema que ayude en temas de seguridad.