

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EL PROGRAMA DE
BICICLETAS PÚBLICAS IMPLEMENTADO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA – SEDE BOGOTÁ

CHRISTIAN CAMILO CENDALES PERILLA
GABRIEL ALONSO GUERRERO MALDONADO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2015

MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EL PROGRAMA DE
BICICLETAS PÚBLICAS IMPLEMENTADO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA – SEDE BOGOTÁ

CHRISTIAN CAMILO CENDALES PERILLA
GABRIEL ALONSO GUERRERO MALDONADO

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: JESÚS DAVID ACERO MORA
Diseñador Industrial
Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza y la inteligencia para poder cumplir con el reto de este proyecto. A mi familia por el apoyo incondicional en todo momento, a la Universidad Industrial de Santander por darme la oportunidad de aprender de las experiencias de los profesores y compañeros y a la Universidad Nacional de Colombia por el apoyo y aprendizaje en proyectos que aportan al progreso del país.

DEDICATORIA

*A Dios por ser la fuerza que me impulsa a ser cada día mejor
A mi familia que estuvo en todo momento
Ayudándome en cada paso de este camino de la vida.*

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO CONCEPTUAL	17
1.1 BICICLETAS PÚBLICAS	19
1.2. TIPOS DE SISTEMAS.....	19
1.2.1 Sistema de parques comunitarios de bicicletas.	20
1.2.2 Sistema de atención personal – manual.	21
1.2.3 Sistemas automáticos	22
1.3. PRUEBA PILOTO UN.....	23
1.3.1 Plan Integral de Movilidad.	24
1.4. HISTORIA DE LA BICICLETA.....	25
1.5. TIPOS DE BICICLETAS.....	28
1.5.1 Bicicleta urbana	28
1.5.2 Bicicleta de carreras	28
1.5.3 Bicicleta de montaña.....	28
1.5.4 Bicicleta hibrida	29
1.5.5 Bicicleta plegable.....	29
1.5.6 Mano cleta.....	29
1.6. MANTENIMIENTO DE BICICLETAS.....	29
1.6.1 Elementos de la bicicleta.....	30
1.6.2 Lavado y engrase	31
1.6.3 El engrase diario	31
1.6.4 Repaso general de la tornillería	32
1.6.5 Pasa revista a tu tornillería.....	32
2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	33
2.1. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA BICIRRUN	33
2.1.1 Actividades	34
2.2. DATOS COMPILADOS	34
2.2.1 Datos de préstamos del sistema	34
2.2.2 Datos obtenidos por reparaciones en el taller.....	35

2.3.	EVALUACION TECNICA BICICLETAS	44
2.3.1	CONJUNTO RUEDAS	44
2.3.2	Marco	52
2.3.3	Manubrios	53
2.3.4	Sillines.....	53
2.3.5	Conjunto pedales	54
2.3.6	Transmisión	55
2.3.7	Frenos.....	55
2.3.8	Tenedor.	56
2.3.9	Caja de dirección	56
2.3.10	Mangos de caucho	56
2.3.11	Caña del sillín.....	56
2.3.12	Disco compacto	56
2.3.13	Tapa de la cadena.....	56
2.4.	DESCRIPCION GENERAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA PRIMERA FASE DEL SISTEMA BICIRRUN	57
2.4.1	Vía para bicicletas.....	57
2.4.2	Agentes pedagógicos.....	58
2.4.3	Auxiliares Ciclo recolectores	59
2.4.4	Triciclo ciclo recolector.....	59
2.4.5	Camión ciclo recolector.....	60
3.	MODELO PROPUESTO	61
3.1.	ANÁLISIS DE FALLA	61
3.2.	COSTOS.....	62
3.3.	RECURSO HUMANO	63
3.3.1.	Coordinador Técnico y operativo	64
3.3.2	Ciclo mecánico.....	64
3.3.3	Coordinador de funcionamiento.....	65
3.3.4	Auxiliares de préstamos	65
3.3.5	Monitores de apoyo.....	65
3.4.	INVENTARIO DE BICICLETAS Y SU ESTADO.....	65
3.5.	SISTEMA DE INFORMACIÓN	70

3.6.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	71
3.7.	INVENTARIO DE HERRAMIENTA.....	75
3.8.	INDICADORES	76
4.	CONCLUSIONES.....	78
	BIBLIOGRAFÍA	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estación bicicletas públicas Bogotá.....	19
Figura 2 Bicicletas listas para uso en una oficina de bicinostrum en Barcelona.....	21
Figura 3 Bicicletas del proyecto piloto de BicirrUN.....	25
Figura 4Historia de la bicicleta.....	26
Figura 5Tipos de bicicleta.....	28
Figura 6Tipos de bicicleta.....	29
Figura 7Elementos parte delantera.....	30
Figura 8Elementos parte trasera bicicleta.....	31
Figura 9Estación BicirrUN.....	33
Figura 10Ajustes bielas.....	36
Figura 11Ajustes cadena.....	36
Figura 12Ajustes direccion.....	37
Figura 13Ajustes tensor.....	37
Figura 14Centrar ruedas.....	38
Figura 15Cambio neumático.....	38
Figura 16Cambio pedales.....	39
Figura 17Cambio Tenedor.....	39
Figura 18Manubrio roto.....	40
Figura 19Marco roto.....	40
Figura 20Perdida rueda.....	41
Figura 21Perdida cadena.....	41
Figura 22Perdida Neumatico.....	42
Figura 23Perdida sillin.....	42
Figura 24Pinchazo.....	43
Figura 25Esquema de la deformación de aro.....	45

Figura 26	Deformación aro	45
Figura 27	Deformación típica	46
Figura 28	Deformacion de rines	46
Figura 29	Agujeros de radios y valvula con rebaba cortante	47
Figura 30	Comparación rines	47
Figura 31	Agujero normal de pinchazo	48
Figura 32	Neumatico rasgado	49
Figura 33	No uniformidad de las paredes	49
Figura 34	Neumatico estallado	50
Figura 35	Desgaste abrasivo de corazas.....	51
Figura 36	Comparación tambores.....	52
Figura 37	Apertura tenedor trasero.....	52
Figura 38	Apertura del tenedor trasero para colocar el separador.....	53
Figura 39	Protección descocida	53
Figura 40	Rotura del soporte plástico del sillín.....	54
Figura 41	Rotura del soporte plástico del sillín.....	54
Figura 42	Deformación y pérdida de la tapa protectora de la cadena	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Problemas primera fase.....	31
Tabla 2. Estimación de repuestos.....	39
Tabla 3. Inventario bicicletas BicirrUN.....	57
Tabla 4. Rutina de mantenimiento antes de servicio.....	61
Tabla 5. Rutina de mantenimiento semanal.....	61
Tabla 6. Rutina de mantenimiento mensual.....	62
Tabla 7. Rutina de mantenimiento Trimestral.....	64
Tabla 8. Rutina de mantenimiento Anual	64
Tabla 9. Inventario de herramientas	65

RESUMEN

TÍTULO: MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EL PROGRAMA DE BICICLETAS PÚBLICAS IMPLEMENTADO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – SEDE BOGOTÁ*

AUTORES: CRHISTIAN CAMILO CENDALES PERILLA
GABRIEL ALONSO GUERRERO MALDONADO**

PALABRAS CLAVES: MODELO DE MANTENIMIENTO, BICICLETA, MOVILIDAD SOSTENIBLE, BICIRRUN, SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS.

DESCRIPCIÓN:

La Universidad Nacional de Colombia es un centro de educación superior de la nación, el cuál fomenta el acceso a la educación colombiana con equidad, fortaleciendo conocimientos, proyectos regionales y nacionales. En la sede de Bogotá la visitan en promedio 35000 personas de las cuales un 80% ingresan a diario al campus de forma peatonal como modo de desplazamiento y aproximadamente ingresan 2800 personas en bicicleta de las cuales algunas se encuentran registradas en el sistema implementado por la oficina de vigilancia. El desplazamiento peatonal dentro de la universidad permite establecer un programa de bicicletas de uso compartido para que el desplazamiento que implica atravesar el campus sea lo más eficiente posible.

El objetivo del presente documento es establecer en un modelo gerencial enfocado en el mantenimiento de las bicicletas que hacen parte del programa BicirrUN la disminución de los tiempos de paradas de las unidades que cada vez se hacen más largo por la falta de repuestos y el poco cuidado que tienen los usuarios al utilizar este sistema.

Teniendo como marco la prueba piloto del relanzamiento de la movilidad en el campus se hará el análisis de los datos registrados en el software utilizado en el registro de préstamos dentro de la Universidad Nacional.

También se busca promover la cultura de la bicicleta como alternativa de movilidad en la Ciudad de Bogotá ayudando a disminuir tiempos de desplazamiento y minimizar la cantidad de elementos contaminantes emanados por los vehículos impulsados por motores alimentados con hidrocarburos.

*Monografía

**Facultad de Ingenierías físico-Mecánicas. Especialización Gerencia de Mantenimiento.
Director: Jesús David Acero Mora. Mg en Medio Ambiente y Desarrollo.

SUMMARY

TITLE: MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL FOR PUBLIC BIKE PROGRAM IMPLEMENTED IN THE NATIONAL UNIVERSITY OF COLOMBIA - Bogotá

AUTHORS: CHRISTIAN CAMILO CENDALES PERILLA
GABRIEL ALONSO GUERRERO MALDONADO

KEYWORDS: Maintenance Model, Bicycle, sustainable mobility, BICIRRUN, public bicycle system.

DESCRIPTION: The National University of Colombia is a center of higher education in the nation, which promotes access to equitable education in Colombia, strengthening knowledge, regional and national projects. At the headquarters of Bogota visit on average 35,000 people of whom 80% enter daily to campus pedestrian way scroll mode and about entering 2800 people on bicycles, some of which are recorded in the system implemented by the office monitoring. Pedestrian movement within the university can establish a program of bike sharing for the displacement involves crossing the campus as efficient as possible.

The purpose of this document is to establish a management model focused on the maintenance of the bicycles that are part of BicirUN program. This model will mitigate stops whenever units are made longer by the lack of spare parts and careless users have to use this system.

Taking the pilot as part of the relaunch of mobility on campus analyzing the data recorded in the software used in the registration of loans within the National University will.

It also seeks to promote the culture of cycling as alternative mobility in the city of Bogotá helping to reduce travel times and minimizing the amount of pollutants emanating from vehicles fueled with oil driven engines

*Monograph

**Faculty of Engineering and Physical - Mechanical. Maintenance Management Specialization.
Director: Jesús David Acero Mora. Mg en Medio Ambiente y Desarrollo.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Colombia es un centro de educación superior de la nación, el cuál fomenta el acceso a la educación colombiana con equidad, fortaleciendo conocimientos, proyectos regionales y nacionales. En la sede de Bogotá la visitan en promedio 35000 personas de las cuales un 80% ingresan a diario al campus de forma peatonal como modo de desplazamiento y aproximadamente ingresan 2800 personas en bicicleta de las cuales algunas se encuentran registradas en el sistema implementado por la oficina de vigilancia. El desplazamiento peatonal dentro de la universidad permite establecer un programa de bicicletas de uso compartido para que el desplazamiento que implica atravesar el campus sea lo más eficiente posible. En el año 2006 nació la idea de implementar un SBP (Sistemas de Bicicletas Públicas) en el campus bajo el nombre BICIRRUN el cual empezó con 400 bicicletas con diseños exclusivos de los estudiantes de la Facultad de artes y liderados por el sistema de Movilidad.

Buscando desarrollar un plan a corto plazo en la organización del sistema de movilidad y transporte dentro de la Universidad, la Institución propone un plan integral dentro del campus el cual se compone de 100 bicicletas que serán prestadas a la comunidad Universitaria para sus desplazamientos dentro de la Universidad. Este proyecto apunta a una mejora en la movilidad de la ciudad promoviendo el uso de la bicicleta como medio de transporte liberando un poco a la ciudad de los automóviles evitando demoras en los desplazamientos diarios y mejorando el medio ambiente sin emisiones contaminantes (hidrocarburos) y aumentando la salud de la comunidad.

Teniendo en cuenta que este sistema debe contar con bicicletas como herramienta principal para su funcionamiento, las cuales deben satisfacer una necesidad de manera eficiente al usuario, se hace imprescindible desarrollar un método que contribuya al buen mantenimiento y disponibilidad de dicho equipo dentro del campus universitario.

Esta gestión contempla el uso de repuestos, personal, control y una serie de factores que podrían ser cuantificados y analizados para el eficiente desarrollo del programa y en el cual el mantenimiento es parte fundamental al éxito de este.

1. MARCO CONCEPTUAL

Durante mucho tiempo los hombres han tenido la necesidad de poner sus equipos por rudimentarios que sean en completa funcionalidad y esto se ve afectado por fallas que sufren por abusos y mal uso de las herramientas. Al comienzo solo se realizaba mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. Este tipo de mantenimiento es llamado Mantenimiento Correctivo.

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros en Japón iniciaron un nuevo tipo de mantenimiento simplemente siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de las máquinas acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y cuidado de los equipos y sus componentes.

Esta nueva tendencia se llamó Mantenimiento Preventivo. Como resultado a la iniciativa los gerentes de plantas apoyaron la idea para crear rutinas de lubricación, inspecciones visuales con su equipo de supervisores, electricistas, mecánicos para prevenir daños en las máquinas. El concepto ayudo a reducir pérdidas de tiempo pero resultaba muy costosa debido a que había elementos que se reemplazaban por tiempo de operación y no por la optimización del tiempo de duración, eso sumado al costo de mano de obra que se utilizaba para el cambio de dichas piezas.

Al pasar los años nuevos conceptos nacieron como lo fue el mantenimiento productivo, en el cual la responsabilidad era mayor y se hacían consideraciones en la confiabilidad y diseños de equipos. 10 años después se habló de globalización del mercado creando mayor calidad en la gestión del mantenimiento. El mejoramiento continuo dio como resultado el Mantenimiento Productivo Total TPM el cual envuelve a todos las personas que interceden en la empresa, desde el operario hasta el mecánico. Esto da una mayor participación en objetivos integrales transformando la actitud de todos los miembros de la comunidad Industrial.

Aplicaciones de los tipos de mantenimiento son:

- No planificado: Debe emplearse solo en elementos sencillos que no afectan la producción ni los costos.
- Planificado – correctivo: Debe emplearse solo cuando el costo total de la falla emergente es menor que el costo del mantenimiento preventivo (programado o predictivo).

- Preventivo programado: Maquinas donde la falla puede causar graves daños Humanos y materiales; en equipos de alta prioridad en la producción; donde la verificación del estado del equipo no es posible; donde los costos del mantenimiento programado son bajos con respecto al posible daño; Aprovechando paradas por averías en elementos bajo similares condiciones y dentro de la misma cadena productiva.
- Preventivo Predictivo: En la mayoría de equipos, sistemas de servicio y edificaciones; en los no cobijados en las clases de mantenimiento anteriores; Implica inspección programada o rutinaria; el predictivo con equipo especializado es de gran ayuda pero debe evaluarse su uso.

El abuso de los combustibles fósiles en el transporte está produciendo grandes cambios ambientales y de salud en nuestras ciudades. Esta realidad exige una reformulación de la movilidad urbana para dar mayor protagonismo al uso de los modos de transporte sostenible como la bicicleta. El aumento del desplazamiento en bicicleta detectado en muchas de nuestras ciudades consolida este vehículo como una alternativa idónea para el desplazamiento urbano, no solo desde el punto de vista de la movilidad sino también desde el medio ambiente y la salud.

En el marco de las políticas de gestión y promoción de la bicicleta una nueva herramienta ha empezado a despuntar “La implantación de sistemas de bicicletas públicas”. Este auge repentino del préstamo de bicicletas hace necesaria una herramienta de orientación para la implementación y el seguimiento de dichos sistemas. Por un lado, en los últimos años se ha desarrollado una amplia oferta de dichos sistemas de préstamo, lo que requiere que las ciudades seleccionen el sistema más adecuado a sus necesidades y objetivos. Por otro lado la implantación de dichos sistemas deben enmarcarse en el paquete de políticas de promoción y gestión de la bicicleta e ir acompañada de una serie de medidas complementarias con ánimo de reforzar la toma de decisiones de todos estos procesos.¹

¹GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, Pág. 9

1.1 BICICLETAS PÚBLICAS

El sistema de bicicletas públicas se compone de préstamos de bicicletas para realizar recorridos cortos en zonas urbanas. Estos sistemas son impulsados principalmente por las alcaldías locales de las ciudades. Se caracterizan por ser un servicio de movilidad práctico y rápido que se puede utilizar diariamente.

Estos sistemas son intermodales en los diferentes puntos de las ciudades, siendo así un sistema de transporte público individual con trayectos flexibles y ecológicos.

Figura 1 Estación bicicletas públicas Bogotá



1.2. TIPOS DE SISTEMAS

Los sistemas de bicicletas públicas se pueden resumir en dos tipos: Los sistemas manuales o de atención personal y los automáticos. Además se han añadido a la clasificación de los parques comunitarios de bicicletas, ya que hay ejemplos de implementaciones recientes que funcionan adecuadamente para ciertos casos. Los parques comunitarios no encajan completamente con la definición de bicicletas públicas, porque pueden ser impulsados por comunidades o entidades privadas con o sin ánimo de lucro y a su vez pueden ser manuales o automáticas.

1.2.1 Sistema de parques comunitarios de bicicletas: Se trata de un parque de bicicletas para la utilización de una comunidad de suscriptores. Generalmente son bicicletas cedidas o donadas, y se trata de un sistema que ofrece flexibilidad en cuanto a tipología de bicicletas que se pueden prestar y que también permite el préstamo de diversos accesorios para transportar las bicicletas en coches, sillitas, remolques, etc.

Este es un formato bastante particular de los sistemas de préstamo de bicicletas, no se puede incluir como sistema de bicicletas públicas a menos que se financie en parte con recursos públicos. Sin embargo, es el sistema más barato y el más adecuado para empezar a utilizarse en comunidades pequeñas. Con estos sistemas se consigue un sentimiento de “club” o comunidad como con ningún otro, y eso permite que los usuarios se responsabilicen mucho más del uso que hacen de las bicicletas.

Estos sistemas pueden ir unidos a un plan de voluntariado, en el que los voluntarios colaboran en la gestión y mantenimiento de la flota de bicis a cambio de tener descuentos en las cuotas de utilización.

Debido a la opción del voluntariado y a no tener gastos de adquisición de los vehículos, el sistema es de bajo presupuesto, aunque debe estar bien coordinado por la cantidad de personas que pueden estar involucradas.

La duración del préstamo también es flexible, puede ser corta, media o larga: de horas, días, semanas, meses, temporadas, etc.

En los parques comunitarios de bicicletas el usuario está registrado mediante la suscripción a la comunidad. El usuario se identifica siempre que hace uso del sistema, así en el caso de que se produzca una incidencia en el sistema se podría buscar a la o las personas que han hecho uso de la bicicleta en aquel momento. El uso de la bicicleta queda restringido a la comunidad, que suele ser una cantidad de personas limitada en función del número de bicicletas de que se disponga. El sistema de suscripción puede ser gratuito o tener un coste fijo y en función de la frecuencia de uso de la bicicleta. Se prevé un procedimiento de sanciones en caso de que se haga un mal uso de las bicicletas. El sistema puede contar con un programa informático de gestión y hasta con un mecanismo electrónico de entrega/disposición de la bicicleta. Suele haber pocos puntos-bici, de modo que el usuario debe depositar y recoger la bicicleta en localizaciones muy concretas.²

²GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, Pág. 21-22.

Figura 2 Bicicletas listas para uso en una oficina de bicinostrum en Barcelona



Fuente: GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, pág. 23.

1.2.2 Sistema de atención personal – manual: Estos sistemas requieren que los usuarios se identifiquen ante el personal de atención al público cuando deseen disponer de una bicicleta o devolverla. Si el sistema carece de registro, el usuario tiene que dejar una fianza (en metálico o con tarjeta bancaria) o su documento de identidad.

Los puntos-bici suelen ser equipamientos públicos (centros cívicos, polideportivos, oficinas de la administración), oficinas de turismo, hoteles, etc. En algunos casos, estos puntos ya disponen de personal propio que asume la atención a los usuarios de las bicicletas públicas, por lo que los gastos en recursos humanos son reducidos. Como contrapartida, las personas de atención al público tienen múltiples ocupaciones y puede haber saturación en hora punta, tanto de atención como de disponibilidad de las bicicletas. La colaboración entre los diferentes agentes se realiza a través de la firma de convenios entre el ente gestor (suele ser el ayuntamiento) y los entes que se suscriben al sistema. El horario de apertura del sistema se limita al de cada punto de préstamo, que además puede ser diferente en cada caso.

Es un sistema muy habitual en las ciudades españolas, aunque si tiene éxito y crece, se complica su gestión, ya que implica la coordinación con el personal de los diferentes puntos de atención. Los tiempos máximos de uso suelen ser de entre 3 y 4 horas y suelen estar orientados tanto al uso cotidiano como al turismo y al ocio. En cuanto al coste, pueden ser enteramente gratuitos, parcialmente o funcionar como un alquiler. Eso depende de la financiación de que dispongan, que

puede provenir de fuentes públicas (generalmente el ayuntamiento), privadas (cadenas de hoteles, operadores de transporte, etc.) o de ambos, mixta.³

1.2.3 Sistemas automáticos: Se trata de los sistemas más flexibles en cuanto a operación, localización y aplicación de tarifas. En los sistemas automáticos no hace falta personal de atención al público para disponer de la bicicleta o devolverla sino que, o bien el punto-bici está automatizado, o bien lo está la bicicleta. De modo que, para operar, se puede hacer mediante una tarjeta o código de usuario o por telefonía móvil. Estos sistemas pueden ser gestionados por administraciones, compañías de publicidad en el mobiliario urbano o por operadores de transporte público.

En los sistemas que operan con tarjeta, la tecnología suele estar en los aparcamientos. El usuario tiene una tarjeta inteligente y es reconocido por un lector instalado en las torres de control de los puntos-bici. La torre centraliza las órdenes de operación del sistema y las transmite a cada punto de anclaje, de manera que libera o bloquea cada una de las bicicletas. El usuario se comunica a través de una pantalla táctil o un sencillo teclado situado en la torre. Estos sistemas tienen la ventaja de que la tarjeta inteligente puede albergar diversos servicios: transporte público, aparcamiento, acceso a equipamientos y servicios, etc. Solamente en algunas ciudades se ha incorporado el uso del sistema de bicicletas públicas a la oferta de servicios de las tarjetas llamadas “ciudadanas”. Estas tarjetas se expenden a los residentes, así que si se desea ampliar el uso a los visitantes, debe facilitársele otro tipo de acceso al sistema.

En cuanto a los sistemas que operan a través del teléfono móvil, la tecnología puede estar en la bicicleta, como Call a Bike, o en el punto-bici, como en Albacete. En el caso de estar en la bicicleta, el sistema permite que el vehículo se pueda dejar en cualquier lugar que permita el anclaje del sistema de cierre, lo que supone mucha más libertad al no tener que llevar la bicicleta a un punto-bici localizado. En cuanto a los sistemas de desbloqueo de la bicicleta por móvil estando ésta anclada en una estación, el funcionamiento es muy parecido al de una tarjeta inteligente, con la diferencia de que el usuario tiene que enviar un mensaje SMS tanto para desbloquear como para bloquear la bicicleta, y son mensajes de pago.

³GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, Pág. 23.

Los sistemas automáticos son de gestión más simple que los manuales, ya que involucran menos personal y se automatizan las tareas de gestión. En el área de coordinación se ahorran recursos, pero los sistemas automáticos requieren una mayor inversión en infraestructuras y bicicletas por su elevado nivel tecnológico. Las aplicaciones informáticas y de telecomunicaciones permiten además la obtención de datos detallados del uso del sistema, tanto a tiempo real como acumulados. Esto permite aplicar tarifas diferenciadas tanto desde la contratación inicial por parte del usuario (diferentes tipos de abonos) como en el cobro final de los servicios (si utilizan más la bici se les puede aplicar una tarifa más económica, etc.).⁴

Figura 3 Bicicletas del sistema call a bike en Berlín



Fuente: GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, pág. 27

1.3. PRUEBA PILOTO UN

A finales del año 2014 en la Universidad Nacional de Colombia entro en funcionamiento la prueba piloto del sistema de préstamo de bicicletas denominado BicirrUN. Este sistema funciona con la preinscripción en una plataforma web en la cual se han registrado alrededor de 9.700 alumnos los cuales estarían habilitados para ser tomados en el software que soportará los datos recopilados con el uso de las bicicletas.

Las bicicletas que se encuentran en el campus universitario son reutilizadas del proyecto anterior, desarrollado en 2006, pero fueron rediseñadas. Como novedad,

⁴GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España, Pág. 25.

incluyen canasta, guardabarros y una barra más baja que le permite a cualquier persona de la comunidad universitaria usar este medio de transporte.

El sistema cuenta con cinco estaciones, las cuales son las encargadas de despachar y recibir las bicicletas. En estos cubículos hay un mobiliario con dos personas permanentes, un funcionario del Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) y otro de la U.N., encargados de llevar el registro de bicicletas entregadas. Para adquirir este servicio, los estudiantes deberán inscribirse previamente en una plataforma prestada por el IDRD, la cual emplea un formulario virtual que facilita la creación de una base de datos y el control interno del plan de movilidad. El sitio para el proceso es:

www.idrd.gov.co/pedalea_por_bogota/Universidad_Nacional.html

Esta es una iniciativa catalogada como de tercera generación, ya que lo que se intenta es crear una corresponsabilidad del usuario, lo que significa que por recibir un beneficio deberá respetar las condiciones de uso. Por tal motivo, el sistema se compone de tres bases: la bicicleta de uso compartido, las estaciones de entrega y recepción y la plataforma informática.

1.3.1 Plan Integral de Movilidad: Buscando desarrollar un plan a corto, mediano y largo plazo en la organización del sistema de movilidad y transporte dentro de la Universidad, la Institución propone un plan integral dentro del campus.

En este momento, el proyecto se encuentra en una etapa final que busca consolidar todos los ejercicios que se han venido desarrollando: exploración bibliográfica, análisis de referentes nacionales e internacionales, diagnóstico de temas de infraestructura y caracterización de comportamientos en movilidad dentro del campus, que incluye peatones, personas con discapacidad, autos, motos, bicicletas, entre otros.

El producto final se entregará el 30 de noviembre y será una guía que le indicará a la Universidad cómo debe pensar en temas de movilidad, teniendo en cuenta el plan de regularización y la normatividad vial.⁵

El plan cuenta con la inclusión del programa BicirrUN, con el apoyo del IDRD y busca generar conciencia sobre el uso de la bicicleta. Además de la inclusión de BicirrUN, se demarcarán cebras didácticas de paso seguro, las cuales se trabajarán con padres y niños del jardín infantil y del IPARM (Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montúfar).

⁵<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/bicirr-un-empieza-su-prueba-piloto.html>

El apoyo que el IDRD hace a esta actividad se debe a la promoción que la administración distrital está haciendo del programa Pedalea por Bogotá, el cual se encarga de generar conciencia sobre el uso de la bicicleta en los recorridos diarios, incentivando una forma de transporte menos contaminante.

En la actualidad, Pedalea por Bogotá tiene ocho puntos de atención para bicicletas de uso compartido, los cuales se encuentran sobre la carrera séptima, sobre el Eje Ambiental y en el Parque el Virrey.

Figura 3 Bicicletas del proyecto piloto de BicirUN



1.4. HISTORIA DE LA BICICLETA

El origen de la bicicleta es incierto y su creación tiene bulos curiosos. Se creía que la primera bicicleta con pedales fue una invención de Leonardo Da Vinci a finales del siglo XV. En el “Codex Atlanticus”(1490) aparece un boceto de dicho mecanismo. Sin embargo, se ha demostrado que este dibujo es una broma realizada en el código durante su restauración de los años 60.

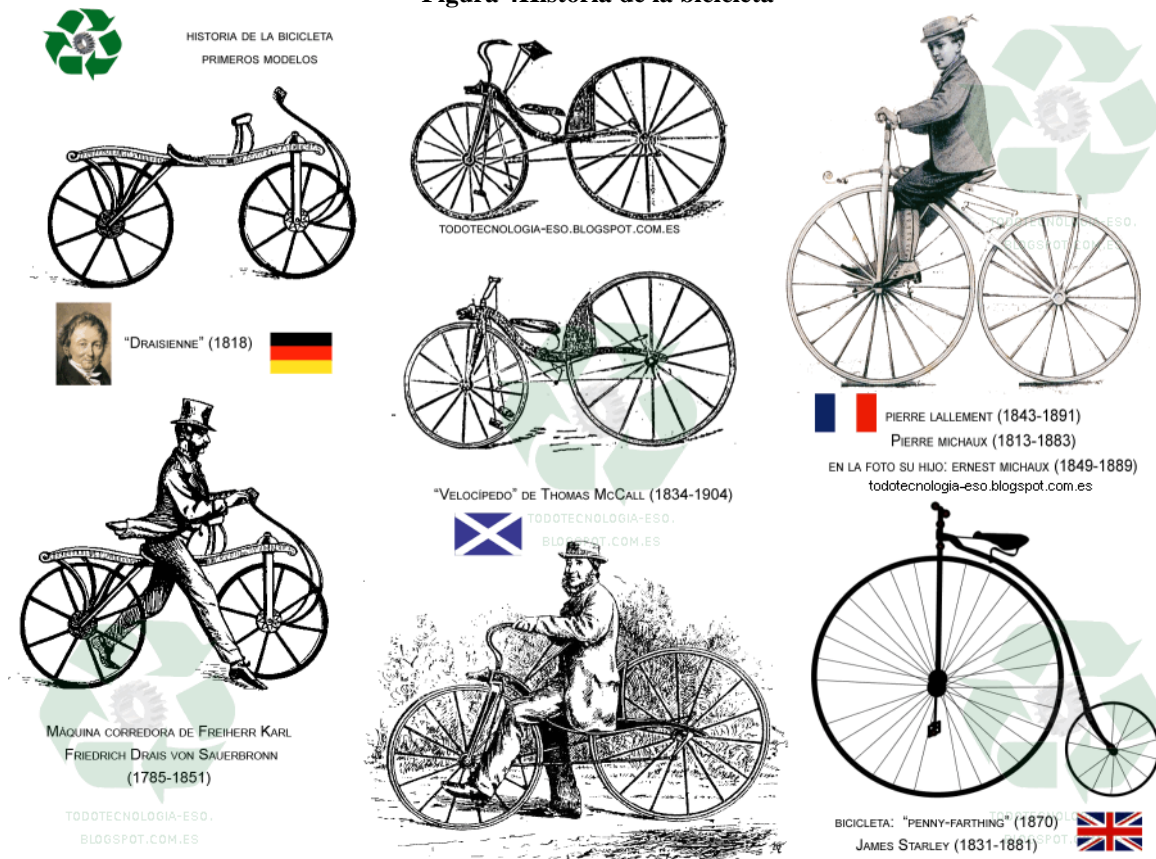
El “celerífero” de 1790 del conde francés Mede de Sivrac es otro ejemplo de fraude en la atribución del invento, el celerífero es una especie de tronco-móvil con dos ruedas de madera que permite moverse propulsándose con los pies en el suelo. No disponía de frenos ni mecanismos de dirección. El celerífero aparece mencionado en el libro “historia general” del periodista francés Louis Baudry de Saunier en 1891. El conde nunca existió y el periodista se inventó este bulo posiblemente para hacer “patria”.

Hasta 1817 no se tenía constancia de algo parecido a una bicicleta. El barón alemán Karl Friedrich C.L Freiherr Drais von Sauerbronn (Karl Drais) desarrolló un vehículo de madera con dos ruedas sin pedales y con un mecanismo de dirección

en la rueda delantera. Se desplazaba moviendo los pies en el suelo. El invento recibió el nombre de "laufmaschine" (maquina andante en alemán) y más comúnmente: "Draisiana" o "draisienne" en su honor. Tenía una aplicación básicamente lúdica.

Unos pocos años más tarde, el escocés Thomas McCall en 1869 construyó varios modelos basados en el prototipo que su tío Kirkpatrick Macmillan (1812-1878) fabricara en 1839. Macmillan era un herrero escocés que diseñó la primera bicicleta con pedales. Los pedales accionaban unas palancas (manivelas) y movían la rueda trasera de forma similar a como lo hace las ruedas motrices de las locomotoras de vapor.⁶

Figura 4 Historia de la bicicleta



Fuente: <http://todotecnologia-eso.blogspot.com.co/2014/10/historia-de-la-bicicleta.html>

Pierre Lallenent en Francia concibió la bicicleta propulsada por pedal de dos ruedas en 1862 y la demostró el año siguiente. En 1870 se desarrollaron los radios

⁶<http://todotecnologia-eso.blogspot.com.co/2014/10/historia-de-la-bicicleta.html>

de alambre en los rines, y las cabecillas para apretar los radios de la rueda vinieron en 1874. En 1871 James Starley, un capataz de 67 años de edad en Coventry Sewing Machines, patentó la bicicleta Ariel, la cual fue una opción que ofreció elevar al doble la distancia recorrida por pedalazo. En 1880, cuando la League of American Wheelmen fue constituida, la bicicleta "común" tuvo una rueda trasera pequeña y una rueda delantera que tuvo un diámetro de hasta 5 ft. Los pedales estaban sólidamente acoplados a la rueda delantera. La bicicleta común pesó 50 lb, pero algunas fueron tan ligeras como 21 lb. En "las carreras del siglo" ciclistas atléticos en bicicletas "comunes" pedalearon 100 millas en 1 día en una era en la cual la alternativa de desplazamiento autopropulsado era dar largas caminatas, con un límite práctico de 20 millas.

La transmisión por cadena y las llantas con neumáticos, inventados por John Dunlop en 1888, hicieron posible la seguridad en bicicleta en cuanto las dosruedas tuvieron el mismo diámetro. Ahora el pasajero en cualquier momento podría tocar el suelo con sus pies, y podría hacer girar los pedales en la velocidad optimizada que difiere de la velocidad de la rueda. Las llantas neumáticas posibilitaron pasar por encima de vías ásperas con comodidad razonable.

El centro de la rueda trasera de Sturmey Areher, el cual contiene un tren de marchas de epiciclo, también llamado marchas planetarias, fue patentado en el periodo de 1901 a 1906. Con los primeros diseños, el ciclista podía seleccionar marcha de relación "baja" al trepar colinas, y relación "alta" para ganar velocidad en terreno llano con viento de cola. Los posteriores diseños tuvieron tres relaciones. En la posición de alta velocidad la rueda trasera estaba acoplada directamente a su rueda dentada controlante. La última versión logró cinco relaciones de velocidad de los pedales a velocidad de rueda con dos sets de marchas planetarias.

Los centros Sturmey Areher perdieron popularidad cuando el sistema de alternación de marchas (pacha, tensor) DeRailleur se volvió práctico. En bicicletas acondicionadas con DeRailleur, el ciclista puede desviar la cadena entre siete "rueda libres" piñones que tienen diámetros diversos. Estas ruedas dentadas están acopladas a la rueda trasera a través de un rueda libre, lo cual le permite deslizarse por una pendiente cuesta abajo sin los pedales siendo arrastrados por la cadena. El ciclista también puede seleccionar uno de tres "platos" ruedas dentadas que tienen diámetros diferentes. Los platos están acoplados sólidamente a las manivelas de los pedales. Con las relaciones de marchas ahora disponibles, el ciclista puede hacer girar los pedales en una velocidad que aprovecha el máximo poder del músculo. La bicicleta entonces se mueve a una velocidad en la

cual toda la potencia se consume en oposición del aire, la fricción, y la potencia cuesta arriba.⁷

1.5. TIPOS DE BICICLETAS

La escogencia de la bicicleta debe realizarse según el uso que se le va a dar. Es importante determinar el tamaño de la marca, la altura del sillín y del manubrio. Utilizar una bicicleta muy grande o una muy pequeña puede hacer más difícil controlarla y menos confortable su uso.

1.5.1 Bicicleta urbana: Usada para el transporte en la ciudad de tal forma que es la más cómoda para rodar por la calles sin tener que usar ropa deportiva. Es práctica, permite llevar objetos y siempre está lista para cualquier ocasión, sea lluvia o noche, cuenta con accesorios para esas ocasiones.

1.5.2 Bicicleta de carreras: Llamada “bicicleta de ruta”, se caracteriza por su alta velocidad, de tal manera que es liviana y esbelta. El marco permite una posición aerodinámica junto con el marco hecho de aluminio o carbono y altas relaciones la hace la más eficiente para largas distancias.

1.5.3 Bicicleta de montaña: Llamada “todo terreno”, está diseñada para rodar no solo en la ciudad sino en la trocha y campo abierto. Esto la hace resistente y ajustable a cualquier condición de terreno o pendiente.



Fuente: ALCADIA DE BOGOTA - SECRETARIA DE MOVILIDAD, <http://www.transitobogota.gov.co/?sec=612>, Manual Bici - Mi estilo es Bici Bogotá. Pág. 6

⁷OSCAR JAVIER QUINTANILLA PRADA Y CARLOS AUGUSTO TOVAR FLOREZ; HERMANN RAUL VARGAS TORRES, Bicicleta accionada por motor de corriente continua. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero Electricista.

1.5.4 Bicicleta híbrida: Es la combinación de la velocidad de la bici de ruta con la resistencia de la bici de montaña.

1.5.5 Bicicleta plegable: Es la bici más versátil para rodar por la ciudad, puede ser plegada lo que la hace pequeña y practica para guardar, por lo tanto muy fácil de llevar en otros vehículos y medios de transporte público.

1.5.6 Mano cleta: Este vehículo esta adecuado para las personas que se encuentran en condición de discapacidad o con movilidad reducida y está compuesta por una rueda de tracción con su respectiva piñonería para cambios de velocidades, montada en un marco, el cual se acopla a la silla de ruedas mediante abrazaderas y se acciona por medio de cadena.⁸



Fuente: ALCADIA DE BOGOTA - SECRETARIA DE MOVILIDAD, <http://www.transitobogota.gov.co/?sec=612>, Manual Bici - Mi estilo es Bici Bogotá. Pág. 7

1.6. MANTENIMIENTO DE BICICLETAS

Las labores de mantenimientos son pasos sencillos y necesarios para lograr que todos componentes de la bicicleta estén en óptimas condiciones, donde debe participar activamente sus usuarios.

⁸ALCADIA DE BOGOTA - SECRETARIA DE MOVILIDAD, <http://www.transitobogota.gov.co/?sec=612>, Manual Bici - Mi estilo es Bici Bogotá. Pág. 5-7

1.6.1 Elementos de la bicicleta⁹

Figura 7 Elementos parte delantera



FUENTE: LIBRO DE LA BICICLETA- EDITORIA CEAC tiempo libre, Guía completa de mantenimiento. Pág. 7

⁹LIBRO DE LA BICICLETA- EDITORIA CEAC tiempo libre, Guía completa de mantenimiento. Pág. 6-7

Figura 8 Elementos parte trasera bicicleta



FUENTE: LIBRO DE LA BICICLETA- EDITORIA CEAC tiempo libre, Guía completa de mantenimiento. Pág. 6

1.6.2 Lavado y engrase: Esto no sólo es exclusividad de los coches y las motos, sino también de las máquinas sin motor. Para que se alargue la vida de esta máquina y mantenga siempre brillante la pintura del cuadro y los pulidos de las piezas, se debe sacar tiempo para lavar, repasar y engrasar la bicicleta.

1.6.3 El engrase diario: Con un mínimo de cuidados con la puesta a punto que llevará pocos minutos, se tendrá una bicicleta para mucho tiempo. En este apartado se explicara algo tan sencillo, pero tan importante, como el engrase de una serie de zonas vitales para el correcto funcionamiento de la bicicleta.

El mantenimiento más fácil que se puede realizar en la atención mecánica a la bicicleta es el engrase, la tarea que se deberá realizar muy a menudo para alargar, sobre todo, la vida útil de las partes móviles de la bicicleta.

Un detalle a tener en cuenta es que el engrase se debe realizar, preferentemente, con la bicicleta limpia.

El aceite a usar en las bicis de carretera es aceite fino de litio (no de acción súper rápida) mientras que en las mountain bike es aconsejable uno con teflón.

1.6.4 Repaso general de la tornillería: Antes de cada carrera o marcha, o si se tiene pensado realizar algún viaje, además de limpiar la máquina, es muy importante que se haga una buena revisión o repaso de la tornillería y algunos detalles más. Se debe tener en cuenta que, por seguridad, es necesario llevar la máquina siempre a punto.

1.6.5 Pasa revista a tu tornillería: Revisar todos los tornillos o tuercas que llevan los componentes de la bicicleta, teniendo cuidado, cuando se utilice las herramientas, de no apretar demasiado los tornillo porque algunos se podrían pasar de rosca fácilmente.

Esta revisión es especialmente necesaria en las bicicletas recién compradas, después de haberlas sometido a un "rodaje" de unos 1.000 Km., aproximadamente.¹⁰

¹⁰PEDRO MAESTRE, La mecánica de las bicicletas de carreras y todoterreno, pág. 13-23

2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

A continuación se presentan las actividades y personas a cargo, los datos compilados, los daños presentados, las causas y las acciones emprendidas

2.1. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA BICIRRUN

Desde el 8 de Agosto del año 2014, se llevó a cabo el trabajo de reparación de 100 bicicletas pertenecientes a la Universidad bajo el programa Bicirrun. Este trabajo estuvo a cargo de la compañía Industrias Roman Ltda, quien fue la responsable del ensamble, haciendo énfasis en la calidad de las piezas y del trabajo realizado por los operarios por medio de datos proporcionados por los demás miembros del equipo compuesto por un profesional encargado de la organización del mantenimiento, la revisión de las bicicletas y el seguimiento del trabajo de los operarios y el personal auxiliar, el procesamiento de la información y dar el visto bueno de las bicicletas ya reparadas. Auxiliares administrativos encargados de elaborar y actualizar base de datos de las bicicletas donde se consignan los préstamos, por medio de un software diseñado para llevar este control y de ayudar a la labor de registros de entrada y salida.

Figura 9 Estación Bicirrun



2.1.1 Actividades: Las labores de reparación y mantenimiento se llevan a cabo en el taller de la sección de Transportes ubicado en el edificio 436 del Campus Universitario, con el apoyo de un operario del IDRDR.

Durante toda la operación se medió con diferentes actores de la Universidad como son el personal de seguridad, de planta física y bienestar, con el fin de adecuar el espacio de las zonas de parqueos en las estaciones con los requerimientos de salud ocupacional.

Se llevaron a cabo reuniones semanales con el grupo de trabajo, con el fin de tomar decisiones y enterar a todo el equipo de las novedades; se crearon alternativas acerca de la manera de ofrecer el servicio, según las posibilidades, para cumplir con requerimientos o sugerencias realizadas en las reuniones realizadas en la Dirección de Bienestar, así mismo se propusieron acciones con respecto a las actividades programadas en el campus (ya sean las de orden cultural o de manifestaciones estudiantiles que podían terminar en pedrea), de tal manera que se tomaban decisiones de retener o sacar bicicletas según los días de la semana que podían afectar la cantidad de daños que se presentarían.

Asimismo se realizaron reuniones con la el comité técnico de Bicicletas, para definir estrategias mayores, dar respuesta a las solicitudes de la comunidad universitaria y tomar decisiones sobre medidas técnicas.

2.2. DATOS COMPILADOS

Los datos obtenidos se muestran en dos áreas: La primera son los datos proporcionados en las estaciones de préstamo las cuales nos dan la cantidad de usos de cada bicicleta y las segundas son los datos obtenidos por reparaciones en el taller.

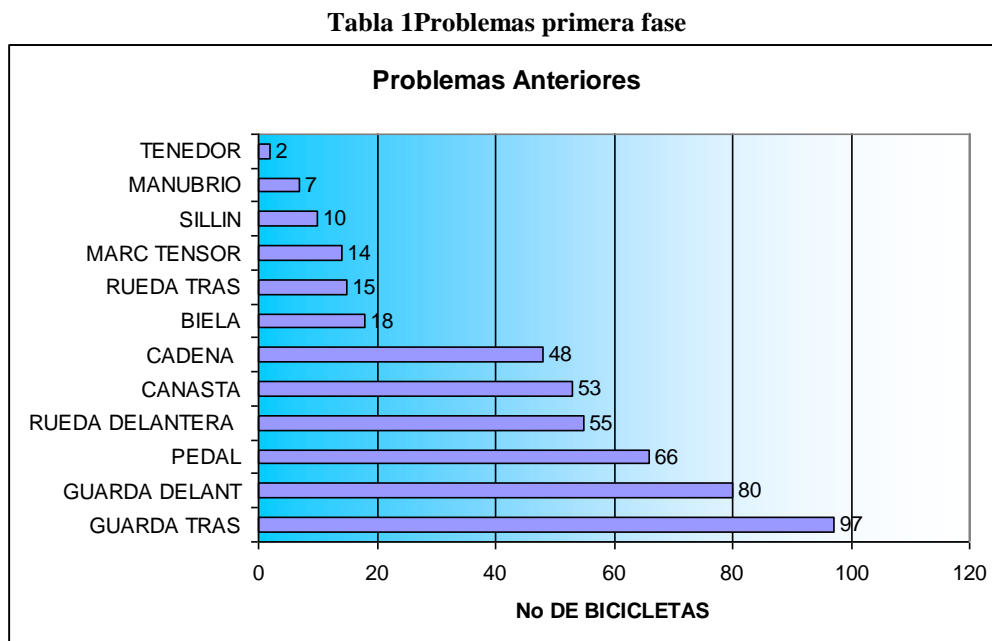
2.2.1 Datos de préstamos del sistema: Mediante la plataforma que respalda el modelo se obtiene las estadísticas e información actualizada en un periodo de tiempo donde se tienen los siguientes datos:

- Número total de inscritos discriminados por cada facultad
- El número total de préstamos mensuales
- Los usuarios frecuentes

- La cantidad de veces que han utilizado el sistema.
- Matriz de origen – destino
- Demanda por estación

2.2.2 Datos obtenidos por reparaciones en el taller

1.1.2.1 Tipos de daños: Se recopilaron algunos datos sobre los daños que se habían presentado en el sistema anterior de BicirrUN y como resultado se obtuvo la siguiente gráfica:

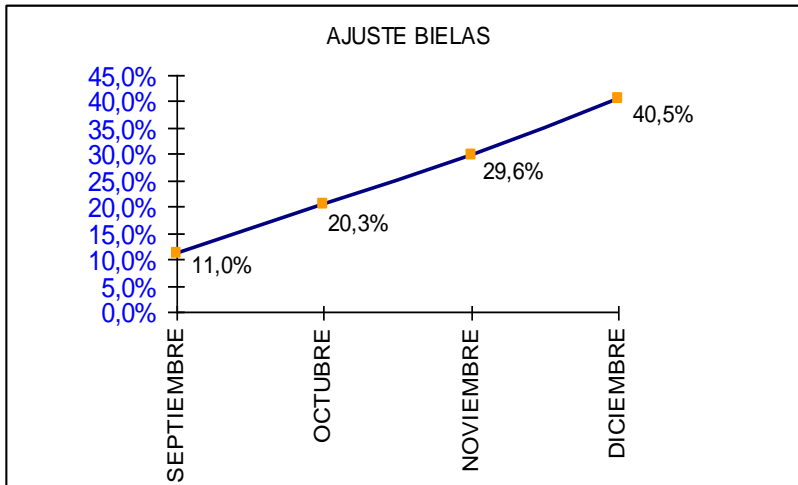


Fuente 1 Estadísticas BicirrUN

Los tipos de daños que se presentan son de tipo mecánico o material, de tipo mecánico se refiere a las bicicletas que entran por daños de ajuste las piezas y fallas mecánicas; y los de tipo material se refiere al desgaste de materias y perdida de piezas.

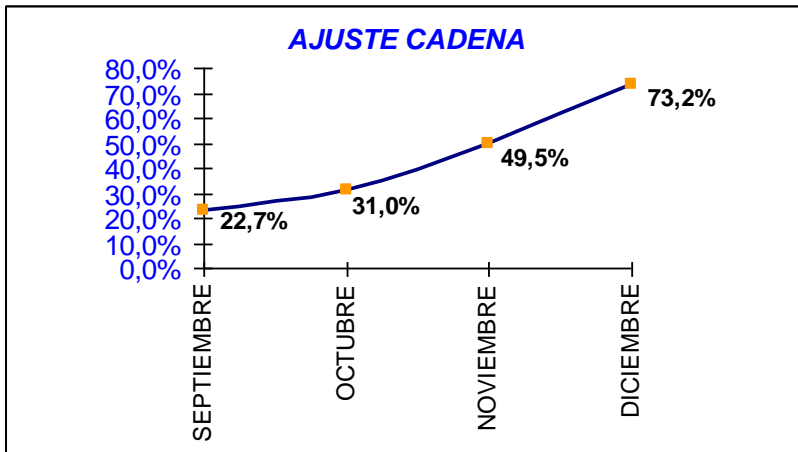
La comparación de cantidad de bicicletas que entraron al taller por problemas **mecánicos** se presenta en las siguientes gráficas en las cuales se puede observar el comportamiento de los daños mecánicos que sufren las bicicletas.

Figura 10 Ajustes bielas



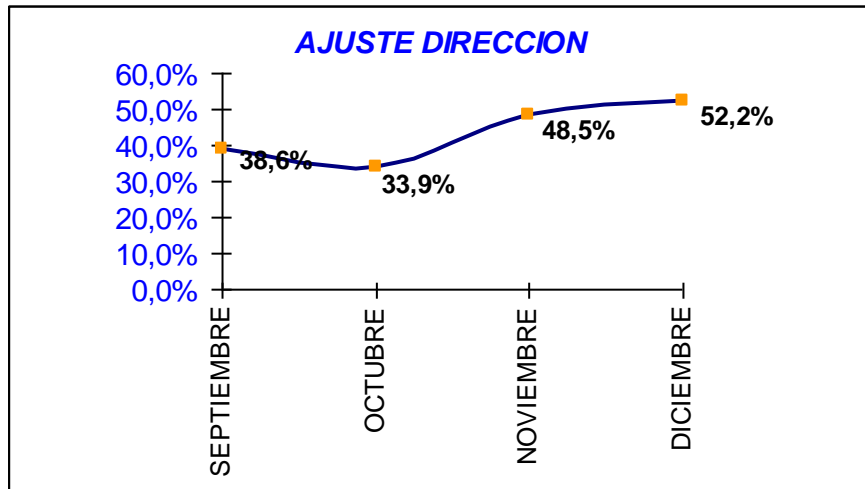
Permanentemente se ve el desgaste creciente, evidenciando el problema con las cuñas, las cuales a pesar de ser cambiadas por otras de mejor calidad siguen presentando un alto desgaste, ocasionando a la vez daños en los centros

Figura 11 Ajustes cadena



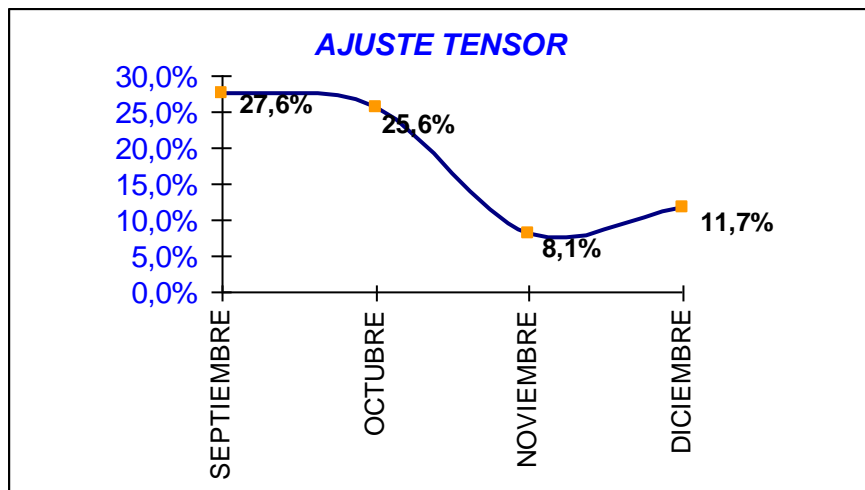
Los datos presentados en esta gráfica son parte de un proceso correctivo que está relacionado con el deterioro normal de la cadena ya que su distensión se debe al uso constante.

Figura 12 Ajustes dirección



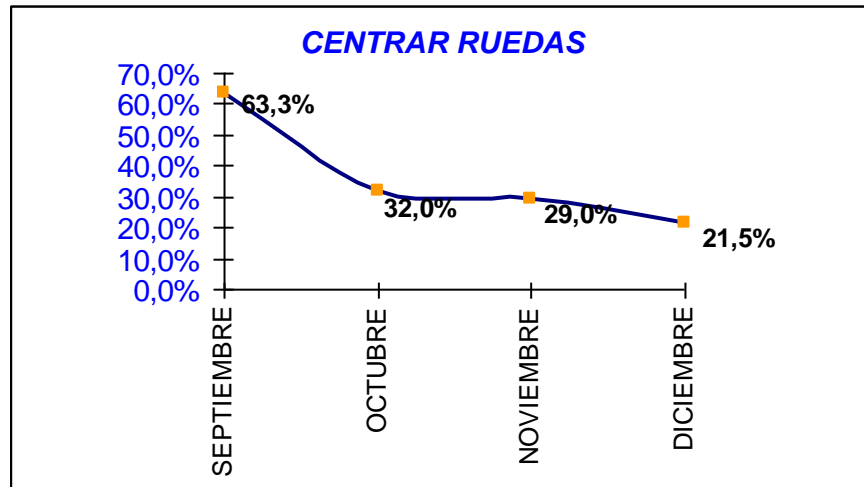
Pese a los diferentes elementos que conforman los frenos, los ajustes pueden ser; tensión de las guayas, asegurar tornillos o reemplazo de elementos pequeños.

Figura 13 Ajustes tensor



En septiembre y octubre ha habido retención de este modelo de bicicleta para reemplazar la guaya por otra de mayor calibre. Generalmente el ajuste de la Guaya hace parte del mantenimiento.

Figura 14Centrar ruedas

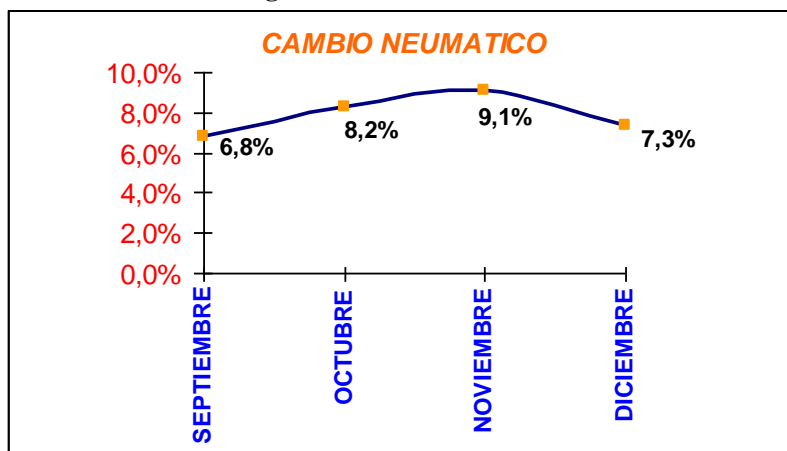


Disminuyo el ingreso de ruedas descentradas y las que se presentaron fueron ocasionadas por golpes o maltrato de la bicicleta.

A continuación se observan los porcentajes de bicicletas que entraron al taller por problemas **materiales**.

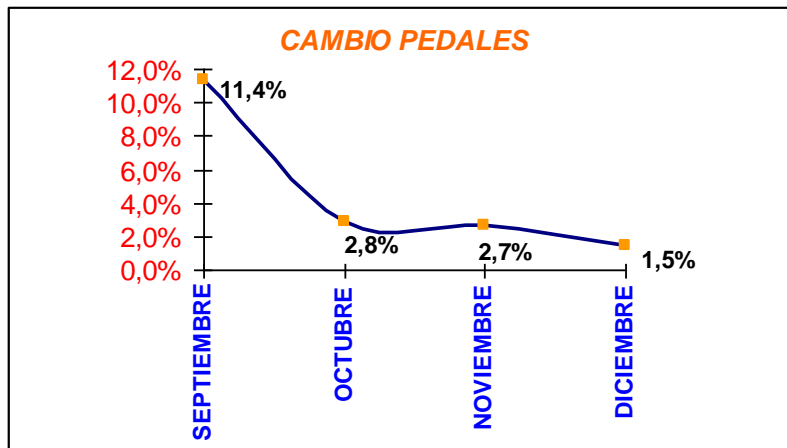
En las siguientes graficas se puede observar el comportamiento de los daños durante el tiempo

Figura 15Cambio neumático



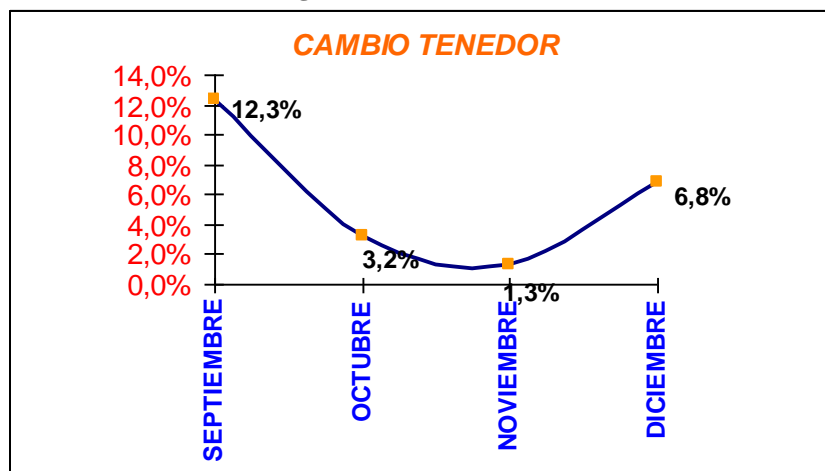
En el mes de noviembre se cambiaron algunas corazas por otras de menor tamaño que quedan más ajustadas al Rin, evitando la salida del neumático cuando se pinchaban, aun así los neumáticos se dañan por usar la bicicleta pinchada o movilizarla en este estado.

Figura 16 Cambio pedales



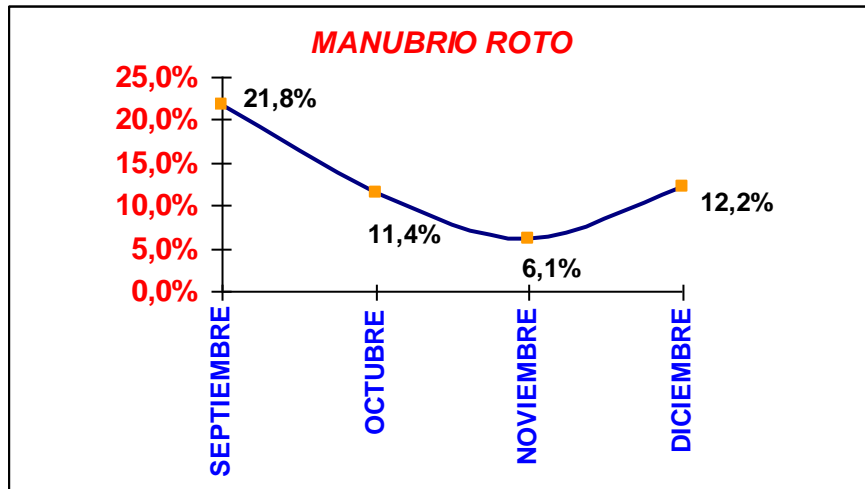
Iniciando el análisis para el mejoramiento del sistema se realizó el cambio de pedales a todas las bicicletas, este último tipo de pedales refleja un mejor comportamiento ante el uso intensivo de las bicicletas.

Figura 17 Cambio Tenedor



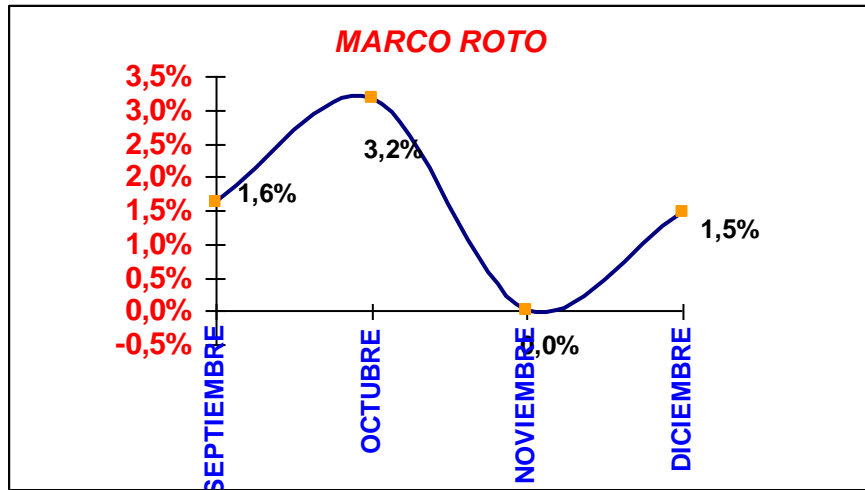
La principal causa de daño de los tenedores son los accidentes, por lo que, Inicialmente se cambiaron los que se encontraban rotos desde el inicio del contrato y posteriormente los que resultaron de otros accidentes que se presentaron al inicio del semestre, estos daños disminuyeron en los meses de octubre y noviembre pero se incrementaron en diciembre, se puede presuponer que es debido a las vacaciones escolares, ya que el mal uso que los niños del colegio le dan a las bicicletas resulta en muchos casos en destrucción de los componentes.

Figura 18 Manubrio roto



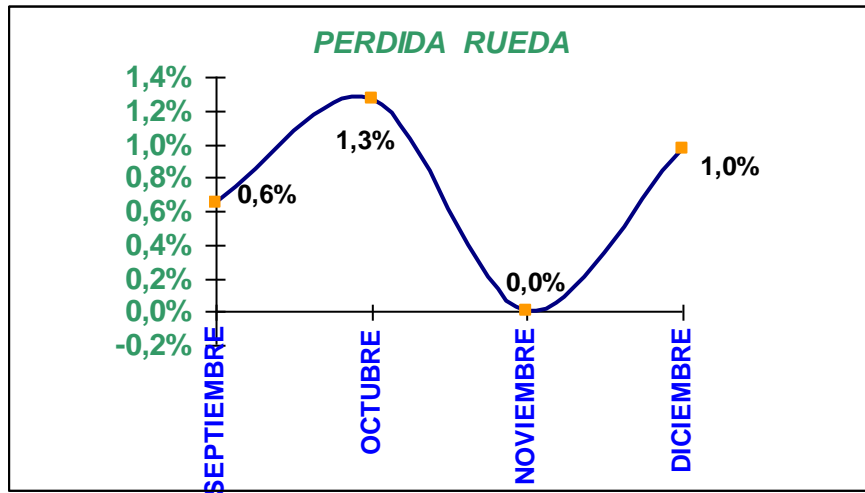
Por uso, desgaste y diseño, se evidencia el aumento de este daño en los meses de Agosto y Septiembre, frente a esto la Interventoría y el fabricante acordamos hacer cambios en el diseño del manubrio para remplazar los anteriores, por lo que, los daños que aún se presentan, son los que no se han cambiado.

Figura 19 Marco roto



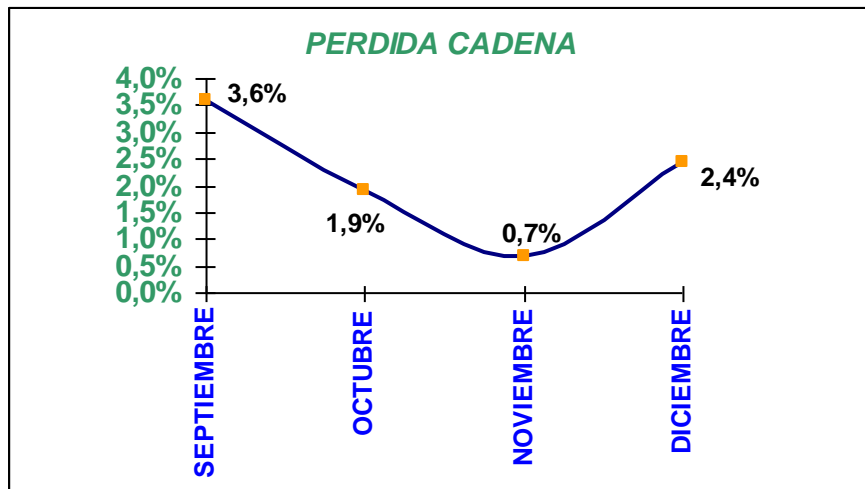
Este daño evidencian una fatiga de material, problemas de diseño y estructura, por lo se han llevado a cabo pruebas con marcos de diferente estructura y/o refuerzos en ciertas zonas.

Figura 20 Pérdida rueda



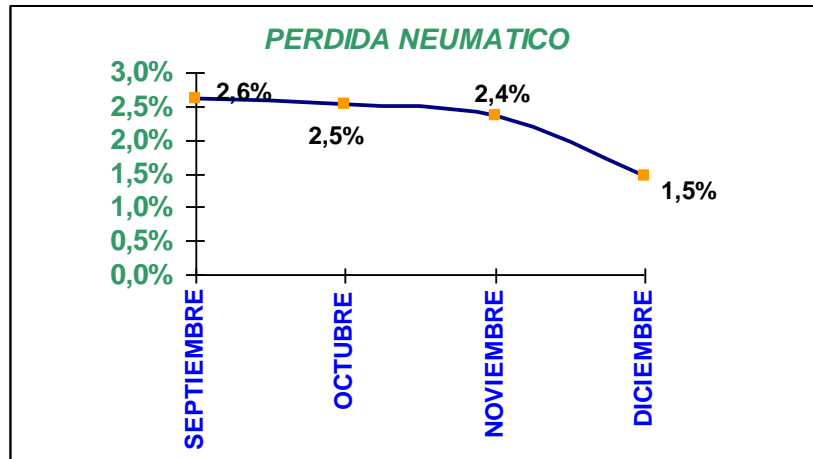
Son robos que se han presentado, en total de 8 ruedas

Figura 21 Pérdida cadena



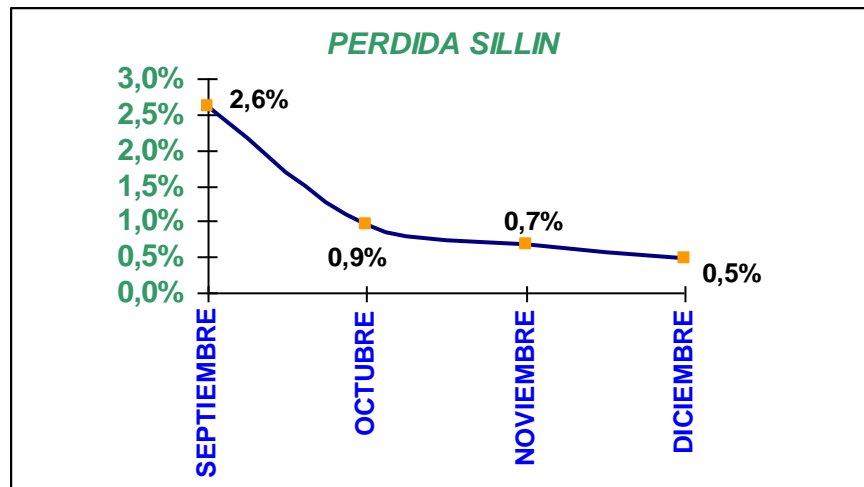
Esta pérdida sucede por falta de ajuste de la misma, al no tener una pieza del marco que la retenga, permite que este se caiga durante el uso o que sea robada, sin embargo este problema disminuyó en el mes de noviembre, al parecer por el reemplazo de algunos piñones y platos.

Figura 22 Pérdida Neumático



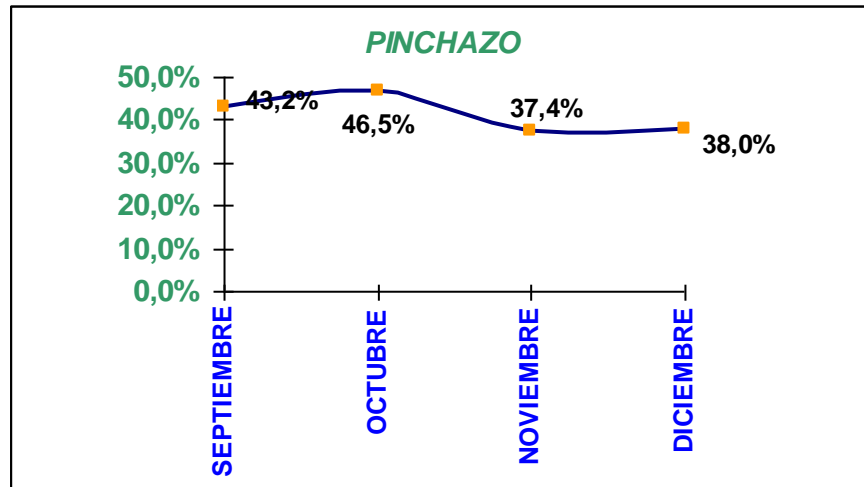
Se evidencia la disminución en la pérdida de los neumáticos, lo cual se debe a la disminución de los robos (tanto del neumático como de la llanta entera) y probablemente al cambio de algunas corazas.

Figura 23 Pérdida sillín



Se evidencia disminución en el robo de sillín, en total la pérdida de sillines en este semestre fue de 14.

Figura 24 Pinchazo



En la gráfica se muestra que ha disminuido en 5% los pinchazos, sin embargo es uno de los problemas con mayor índice de daños, se puede suponer que la disminución de los pinchazos se debe al cambio de algunas corazas y la retención de algunas bicicletas dañadas en las porterías.

La siguiente es una estimación de la cantidad, en promedio, de repuestos nuevos que se instalaron mensualmente durante este semestre, las partes marcadas con amarillo son reemplazos de piezas por otras de mejores características, por lo que no deberán tener unos cambios constantes a futuro y su duración debe ser mayor a un año en buen estado.

Tabla 2 Estimación de repuestos

PARTES	ESTIMACION
BIELAS	25
PEDALES	31
CUÑAS	96
CADENA	16
TENSOR	8
MANUBRIO	55
TENEDOR	16
GUAYAS FRENOS	64
MANILARES	17
COSTER	36
NEUMÁTICOS	40
CAJA CENTRO	5
CAJA DIRECCIÓN	16

AROS	15
RADIOS	2 GRUESAS

Como información adicional se han clasificado las causas generales de daños, sin embargo no ha sido posible cuantificarlas por la imposibilidad de diferenciar en muchos de los casos cuando un daño se debe a vandalismo o cuando se debe al mal uso de la bicicleta.

2.3. EVALUACION TECNICA BICICLETAS

El modelo de la bicicleta convencional que funciona dentro del programa BicirrUN, posee un diseño tipo todo terreno, aunque no cuenta con cambios. Este vehículo debe estar diseñado para soportar el peso de una persona y soportar cargas de impacto moderadas debido a irregularidades en el terreno como sobrepasar un escalón estándar, rodar por agujeros de mediana intensidad y circular de manera continua por varias horas.

El uso masivo de las bicicletas convencionales de BicirrUN, establece una operación continuada por un mínimo de 14 horas diarias, soportando altas cargas de impacto, y un uso exigente por parte del público.

Sin embargo, algunas partes instaladas no son consecuentes con el uso que de ellas se realiza en la operación del programa BicirrUN. Los daños más comunes son: Sillines desajustados, descentrados, cadenas sueltas y pinchazo.

2.3.1 CONJUNTO RUEDAS

2.3.1.1 Rines

Descripción de la pieza: Los rines son de acero 26”.

Evaluación de la pieza: Estos son rines en acero con un terminado cromado 36H (36 agujeros para los radios). Este material es de baja resistencia a la deformación y con terminados deficientes en los agujeros donde se instalan los radios y en el agujero que permite la salida de la válvula del neumático, ya que en su mayoría presentan rebabas con filos cortantes. La superficie externa del aro se oxida con facilidad.

La baja resistencia del material, hace que la bicicleta no pueda resistir impactos moderados ni fuertes a los que está sometida en su uso normal dentro del programa, presentándose un gran número de rines deformados durante las 3 primeras semanas de operación de éstas bicicletas. Estos rines de acero han presentado dos tipos de deformación. El primero afecta las paredes laterales de los rines, de modo que estos se abren permitiendo que el neumático se salga de la canal y la rueda falle.

Esta deformación del canal es una de las fallas más frecuente de los rines de las bicicletas dentro del programa, y aunque puede ser reparado en el taller a través de retornar el a su posición original golpeando las paredes laterales con un martillo, el material pierde aún más su resistencia con cada deformación, ya que se produce un endurecimiento o fragilización del metal en la zona del dobléz, haciendo que el número de veces que se puede reparar sea limitado.

Figura 25Esquema de la deformación de aro

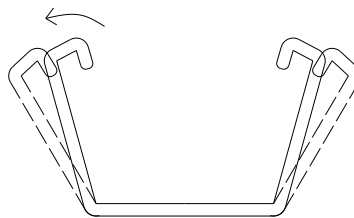


Figura 26Deformación aro



Figura 27 Deformación típica



El segundo tipo de deformación, se debe al impacto que recibe la rueda al bajar un escalón o al chocar con algún objeto en la carretera. Este tipo de falla se ha presentado también con alta frecuencia y no es reparable, debido a la severidad de la deformación que, en la mayoría de los casos, presenta el Rin, el cual debe ser reemplazado para que la cicla pueda salir a circulación nuevamente.

Si bien, algunas veces las fallas de los rines pueden deberse a un inadecuado uso de las bicicletas en el campus, la gran frecuencia con la que estas dos fallas ocurren, indica que los rines no son los adecuados para soportar el normal funcionamiento de las bicicletas dentro del programa. Estos rines funcionarían en ciclas que estuvieran operando bajo condiciones muy suaves de uso y sobre terrenos homogéneos sin escalones ni otras irregularidades, casos que no se presentan dentro de la Universidad.

Figura 28 Deformacion de rines



Por otra parte, el mal terminado de los agujeros facilita la rotura del neumático, a pesar de que se usa una cinta protectora, pues ésta no puede cubrir siempre los filos de las rebabas, de modo que al inflar el neumático y soportar algún impacto, el neumático se presiona contra dichos filos produciendo el pinchazo.

Figura 29 Agujeros de radios y válvula con rebaba cortante



Adicionalmente la rebaba del agujero por donde sale la válvula, facilita la rotura del neumático en la zona vulcanizada que rodea la válvula previendo su rotura y posterior desprendimiento de la válvula, situación que se ha observado desde el primer día de circulación de dichas bicicletas.

Otra evidencia del mal terminado de los rines es la zona de unión donde se cierra el aro. En esta zona se ve la mala calidad de soldadura, por la forma irregular. Este relieve también favorece un sobreesfuerzo del Rin en esa zona. En la figura 30, se compara un rin de aluminio doble pared con uno de acero de los usados para estas bicicletas.

Figura 30 Comparación rines



Como puede verse en el rin de aluminio, la unión es perfectamente lisa, de manera que el neumático no se ve afectado por la soldadura.

La deformación de las paredes de los rines que abren la canal tiene implicaciones serias sobre el desgaste de las corazas como se explicará más adelante.

2.3.1.2 Neumáticos: Los neumáticos son una pieza con una frecuencia de falla bastante alta en su operación, debido normalmente a pinchazos. Las causas de estos los pinchazos están asociadas a varios factores. Obviamente, por un lado, una bicicleta se puede pinchar por algún objeto punzante que se clave en la coraza y por otro, la mala calidad de los aros favorece los pinchazos, como se mencionó anteriormente, por los bordes cortantes de los agujeros que se encuentran en su base para la instalación de los radios.

Figura 31 Agujero normal de pinchazo



La apariencia de un pinchazo normalmente es un agujero pequeño, que incluso es difícil de observar. Pero en muchos casos se ha observado rasgaduras del neumático y estas hacen que no se pueda reparar si no que se requiera de un cambio de la pieza, generando mayores costos de mantenimiento.

Figura 32 Neumatico rasgado



Un factor importante en este tipo de rasgadura del neumático es el hecho de que los usuarios montan las bicicletas aun cuando estén pinchadas, pisando lo neumáticos con el rin, deteriorando los neumáticos y los rines notoriamente.

Figura 33 No uniformidad de las paredes



Sin embargo, la frecuencia de esta falla en las bicicletas convencionales y las observaciones dentro del taller del comportamiento de los neumáticos, evidencia fallas en la calidad de los neumáticos usados en dichas bicicletas. Se utilizan dos marcas de neumático: Chin-Chin y Kenda.

En especial en los neumáticos Chin- Chin se puede observar no uniformidad del neumático cuando es inflado, presentado zonas de abultamiento, que son producidas probablemente por la no homogeneidad en el grosor y flexibilidad de las paredes de caucho.

También se observa una mayor frecuencia en la rotura del caucho en la zona donde se ubica la válvula, y en consecuencia, el desprendimiento de la misma. Adicionalmente, la frecuencia de la rasgadura en el punto de pinchazo, descrita

anteriormente, es más recurrente en los neumáticos chin-chin. Otro comportamiento de los neumáticos usados es la explosión espontánea o en el momento del inflado, en las zonas donde se presentan los abultamientos.

Figura 34 Neumático estallado



Los abultamientos generan sobreesfuerzos en el caucho cuando el neumático es introducido dentro del Rin y la coraza, favoreciendo el pinchazo, la rotura por o explosión en esa zona.

Es importante anotar que la presión de inflado ideal para las llantas de bicicletas esta entre 40 psi y 65 psi. Es recomendable medir la presión de los neumáticos con un calibrador de presión y comprobar que los ensayos que se realicen con las presiones adecuadas.

Si bien, el país de origen de los neumáticos es normalmente el mismo: China, hay variación en las calidades de los neumáticos para bicicletas convencionales de uso aficionado, como lo son las bicicletas del programa BicirrUN

2.3.1.3 Corazas: Las corazas de las bicicletas han presentado pocos casos de falla. Sin embargo la severidad de los pocos daños merece ser estudiada. Se han presentado casos de corazas con agujeros producidos por un desgaste abrasivo.

Estas roturas se han presentado con alguna frecuencia, y en muchas ruedas se presenta un desgaste sobre la coraza.

Si bien éste daño puede ser producido por un uso inadecuado de la bicicleta, como la práctica de Cross en donde se realizan frecuentes frenazos, la ubicación del desgaste tan sectorizada sobre la coraza indica que la falla es debida a la deformación de los rines, ya que al abrirse las paredes de la canal, la zapata siempre hará contacto primero en la zona del aro que se encuentra más abierta en el momento en el que el usuario aplique el freno, deteniendo la llanta siempre en la misma posición, haciendo que se presente deslizamiento entre la coraza y el piso dentro en la misma zona, generando desgaste.

Figura 35 Desgaste abrasivo de corazas



2.3.1.4 Radios: Los radios no han presentado fallas notorias, sin embargo es de observar que los radios instalados en las bicicletas no son en acero Inoxidable.

2.3.1.5 Manzanas: Las manzanas son de aluminio. Estas se han ajustado a los requerimientos de la orden y no han presentado fallas.

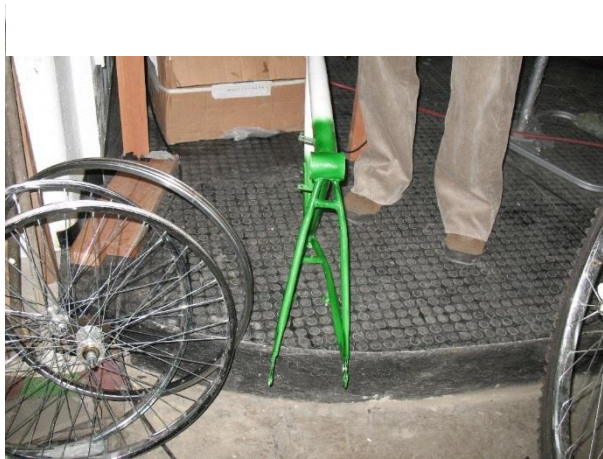
2.3.1.6 Conjunto Válvulas: El conjunto de la válvula del neumático está constituido por la válvula, el tambor y los Niples. En éste conjunto la pieza que está fallando es el tambor, pues al ajustarse contra la válvula se rompe y no permite la sujeción del Niple.

Figura 36 Comparación tambores



2.3.2 Marco: Hasta el momento, solo dos marcos han presentado fallas, debido a una deformación mayor de todo el conjunto. El marco esta doblado en forma cóncava.

Figura 37 Apertura tenedor trasero



Sin embargo se observa en todas la bicicletas que al instalar la llanta trasera, es necesario forzar el tenedor trasero porque se le ha instalado un separador como el usado para la colocación de un conjunto de piñones de una bicicleta de cambios, generado cierto grado de deformación.

Figura 38Apertura del tenedor trasero para colocar el separador.



2.3.3 Manubrios: En general los manubrios han funcionado bien. Solo se ha presentado una falla por rotura. Debido a la baja frecuencia de esta falla, se puede concluir que fue debida a un golpe exagerado dentro del mal uso por parte algún usuario.

2.3.4 Sillines: Los sillines han presentado una gran frecuencia de falla. En primera instancia todos lo sillines venían desajustados de fábrica, lo que generaba un movimiento de sillín hacia delante o hacia atrás, convirtiéndose en una factor de peligro para los usuarios. Además en muchos casos el sillín se salía de la caña que los sostenía, generando pérdidas de ésta pieza.

Además, la calidad de éstos sillines marca Eastman es baja, notándose en los terminados, pues con gran frecuencia se han presentado desprendimientos del cuero que los recubre, debido a que los ganchos que cosen dicho recubrimiento a la base plástica se desprenden con facilidad.

Figura 39Protección descocida



Así mismo se han presentado roturas de a base plástica y de algunos soportes que sostienen la silla a la cremallera de la cicla.

Figura 40 Rotura del soporte plástico del sillín



2.3.5 Conjunto pedales: El eje, caja de centro y las bielas enterizas no han presentado problemas. Sin embargo se han instalado dos tipos de pedales de teflón, Referencia SP-872N y Referencia FP-808, La Referencia SP-872N ha presentado frecuentes roturas, de modo que por garantía se están exigiendo de la Referencia FP-808, los cuales no han presentado fallas. (Ver figura 20)

Figura 41 Rotura de pedales



2.3.6 Transmisión

2.3.6.1 Cadena: La transmisión ha presentado fallas debido a que la cadena se suelta frecuentemente. La cadena se suelta por falta de tensión a lo largo de todos sus eslabones. Normalmente en este tipo de bicicletas la tensión se aumenta reposicionando la rueda trasera, ubicándola más hacia atrás, de modo que aumente la distancia entre el eje trasero y el eje central donde van los pedales.

Sin embargo se está llegando el tope de extensión de esta distancia y la cadena se sigue soltando, lo cual está relacionado con una deformación irreversible de las cadenas, debido a la baja calidad de las cadenas.

2.3.6.2 Piñones: El piñón trasero presenta grandes dificultades para su reparación ya que se desarma cuando se usa el extractor.

2.3.7 Frenos: Los frenos V. Brake no han presentado fallas notorias, a excepción del desgaste de las zapatas y el desajuste debido al movimiento de la llanta, lo cual se considera dentro del normal comportamiento y mantenimiento de una bicicleta de este tipo, más aun, cuando la calidad de los rines afecta al desempeño de los frenos.

El inconveniente que se ha presentado es el robo de dichos frenos, el cual está siendo mitigado por la aplicación de Resina epóxica en los tornillos que permiten su desensamble. Esto último se hizo, por sugerencia del proveedor.

Por el momento esta opción está en estudio, aplicándose resina a todas las bicicletas convencionales que salen reparadas del taller. Si bien, se siguen presentando robos, se han observado casos en los que la resina impidió que se llevaran todo el freno.

La implementar un sistema antirrobo, que impida el robo de cualquiera o la mayoría de los subconjuntos de la bicicleta, como llantas, frenos, sillín o pedales, que consiste en el uso de tortillería especializada para las bicicletas de BicirrUN, con cabezas que solo puedan ser acopladas a destornilladores son formas únicas que solo estén el taller.

El proveedor presentó algunas muestras de tornillos de cabezas poco comunes, que se consiguen en el mercado pero no son tan comunes como los utilizados por las ciclas actualmente, como una opción intermedia hacia la búsqueda de un sistema definitivo.

2.3.8 Tenedor: El tenedor no ha presentado fallas.

2.3.9 Caja de dirección: No ha presentado fallas notorias

2.3.10 Mangos de caucho: Estos mangos han sido objeto de robo frecuente y vandalismo. No han presentado fallas.

2.3.11 Caña del sillín: No ha presentado fallas notorias

2.3.12 Disco compacto: No ha presentado fallas.

2.3.13 Tapa de la cadena: Este dispositivo no tiene un sistema funcional de unión al marco, pues los soportes de dicha tapa están unidos al marco con una soldadura que se rompe, haciendo que la tapa se caiga sobre la cadena, produciendo la raspadura de la grasa de la cadena. Además la zona donde se introducen los tornillos de sujeción a los soportes se deforma, por fuerzas aplicadas verticalmente a la tapa, (probablemente los usuarios apoyan los pies en ella), de modo que el tornillo produce la rotura del agujero y la tapa se cae sobre la cadena.

Figura 42 Deformación y pérdida de la tapa protectora de la cadena



El fabricante argumenta que no puede mejorarse la soldadura de los soportes ya que esto comprometería la resistencia del tubo que soporta el sistema central de pedales, afectando el desempeño de la bicicleta.

Sería conveniente estudiar la posibilidad de retirar dicha pieza.

2.4. DESCRIPCION GENERAL DEL COMPORTAMIENTO DE LA PRIMERA FASE DEL SISTEMA BICIRRUN

En el sistema del programa Bicirrun primera fase consta de varios elementos con funciones específicas. A continuación se describe el comportamiento de cada uno de éstos sistemas:

2.4.1 Vía para bicicletas: El anillo vial se ha adaptado progresivamente a la circulación de bicicletas. Se ha destinado el carril interno. El uso exclusivo de este carril por parte de ciclista, y el uso del carril externo exclusivo para automóviles se ha constituido en una norma de convivencia ha sido acogida progresivamente por la comunicad universitaria a través de un proceso pedagógico.

Si bien no se ha logrado una respuesta total por parte de la comunicad, si se ha notado una mejoría gradual del uso del espacio público por parte de ciclistas y peatones, claro está con excepciones que esperamos sean reducidas paulatinamente dentro del programa pedagógico.

Un factor que ha influido notoriamente, como dificultad para implementar el uso adecuado de la vía, ha sido el estacionamiento de vehículos en ambos costado de

la calzada, reduciendo en muchos casos a un solo carril el espacio sobre el anillo vial. Como se ha establecido dentro de las reuniones de los coordinadores del programa se debe implementar una señalización en las zonas de parqueo con el fin de estimular el uso de los parqueaderos, enseñando a los conductores de vehículos que no deben parquear dentro del anillo.

Así mismo y como se acordó dentro de las reuniones, se debe realizar una señalización de la vía sobre la calzada con símbolos que determinen qué carril es para bicicletas y cuál carril es para automóviles. Esto debería ser complementado con señalización sobre los andenes a lo largo de todo el anillo para reforzar la restricción de cada carril. Así como restricciones de velocidad y señales de precaución por la presencia de ciclistas en la vía.

Todo este proceso se dificulta en las zonas en donde se encuentran realizando obras civiles por la reducción de la vía, de modo que no pueden transitar al mismo tiempo ciclistas y vehículos. Se debe implementar de manera urgente acciones provisionales que aseguren el bienestar de los ciclistas, como la implementación de ciclo-vías provisionales sobre los andenes y señalización de desvío y precaución para toda la comunidad en estas zonas críticas.

2.4.2 Agentes pedagógicos: La labor de estos agentes ha sido de vital importancia dentro del programa, ya que han sido los activadores de un cambio cultural en la comunidad, junto con la campaña pedagógica adelantada por Bienestar Universitario a través de información escrita y gráfica, en lo referente al correcto uso de las bicicletas como bien comunitario, el uso seguro de la vía y el control del comportamiento de los usuarios dentro del sistema.

El trabajo de estos agentes no ha sido fácil, ya que han tenido que chocar con la inercia de la comunidad en lo referente al uso de la vía, teniendo que enfrentar malos tratos y abusos por parte de conductores de vehículos en el momento en el que se les comunica la restricción de circulación por el carril interno o la prohibición de parquear sobre la vía.

Estos agentes requieren del uso de guayas para aseguramiento de sus bicicletas de trabajo ya que en cumplimiento de sus labores deben dejarlas en por algunos periodos de tiempo, durante el cual los usuarios las toman para hacer uso de ellas, quedando sin herramienta de trabajo el guardián afectado. Para esto se debe implementar un sistema de marcación de las bicicletas reflectivo que permita la identificación de dichas bicicletas como un conjunto de 4 bicicletas que quedarían por fuera del uso de la comunidad.

2.4.3 Auxiliares Ciclo recolectores: En la actualidad se cuenta con 6 ciclo-recolectores que trabajan una jornada de 2 horas diarias y están encargados de detectar ciclas dañadas y llevarlas a los ciclo- parqueaderos. De ésta forma se facilita la recolección general realizada por los vehículos recolectores que no pueden acceder a ciertas zonas de la universidad.

Estos recolectores, identifican y separan un promedio de 5 bicicletas por jornada cada uno, para un total de 30 bicicletas en promedio por noche. Ellos recorren las zonas de recolección en bicicleta y de esta forma pueden abarcar más espacio que si fueran a pie. Por tal razón deben tener algún uniforme que los identifique como trabajadores de BicirrUN, de esta forma, se evitan inconvenientes con vigilancia, y la comunidad en general, y esto los autoriza a la movilización de bicicletas durante sus horas laborales. Inicialmente contaban con petos reflectivos como sistema de identificación, así como escarapelas. Sin embargo, esto no han sido suficiente identificador, razón por la cual empezarán a utilizar un casco del programa BicirrUN.

Para que esta función tenga algún sentido, se debe buscar un mecanismo que impida el uso de las bicicletas dañadas que recolectan en los ciclo-parqueaderos, por parte de los usuarios, ya que esto acarrea un deterioro mayor de cada bicicleta, como daño total del rin y del neumático, además de convertirse en un elemento inseguro para los usuarios.

El mecanismo más adecuado es el uso de guayas con candado que se pueden tener en cada portería, de modo que estos ciclo-recolectores puedan agrupar un conjunto de ciclas dañadas y atarlas para su posterior recolección con el camión.

2.4.4 Triciclo ciclo recolector: Este triciclo puede llevar un promedio de 5 ciclas por hora al taller, debido a que la velocidad a la que se puede mover es muy baja, y la persona que lo conduce tiene que caminar hasta las zonas en donde se encuentran las ciclas. Este sistema de recolección no es muy eficiente, ya que en la misma hora, una volqueta puede recoger 5 veces más bicicletas dañadas. Además, la persona que recolecta actualmente es un mecánico experto que podría tener un mayor impacto en la mejora del sistema, si trabaja dentro del taller. Actualmente el ciclo- recolector hace algunos viajes durante el día, con el fin de recolectar algunas ciclas, pero principalmente de servir como taller ambulante, de modo que diariamente puede arreglar un promedio de 10 ciclas en el campus, reduciendo el flujo de ciclas que deben ser transportadas al taller por daños

menores. Entre cada recorrido hace refuerzo de reparación mecánica dentro del taller para el arreglo de bicicletas.

2.4.5 Camión ciclo recolector: Se han destinado dos turnos diarios para la recolección de ciclas dañadas a través de una volqueta. Este mecanismo ha resultado bastante eficiente, ya que en poco tiempo se trae la mayoría de bicicletas dañadas que entran al taller, sin sacrificar la productividad de las reparaciones dentro del taller, ya que no se usa el tiempo del mecánico. El camión trae un promedio de 43 bicicletas diarias sumando los dos turnos.

3. MODELO PROPUESTO

3.1. ANÁLISIS DE FALLA

En el análisis de falla se desarrolla el siguiente cuadro en el cual se identifican:

- Las funciones de cada componente
- La fallas funcionales
- Lo modo de falla
- Los efectos de la falla
- La causa raíz
- La acciones a realizar

Tabla 3 Análisis de Falla

COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO		CAUSA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIONES	NPR	ACCIONES
		MODO	EFECTO						
RUEDA	GIRAR PARA MOVER LA BICICLETA	PINCHAZO	NO PUEDE RODAR	MAL ESTADO DE LA CORAZA	8	7	9	504	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO ANTES DE MONTAR
		RUEDA DESCENTRADO	MAL FRENADO	RADIOS SUELTOS	6	8	4	192	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO SEMANAL
		RUIDO RODAMIENTOS	RUPTURA DE RODAMIENTO	FALTA DE LUBRICACIÓN	5	3	4	60	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO ANUAL
CADENA	TRANSMITE POTENCIA A LA RUEDA	DESAJUSTE O SUELTA	SE SALE LA CADENA NO PUEDE RODAR	FALTA TENSION ENTRE CASETE Y PLATO	8	8	9	576	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO SEMANAL
		SALTO DE CADENA	NO TRASMITE GIRO CORRECTO RUEDA	DESGASTE DE DIENTES EN CASETE	6	3	2	36	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL Y ANUAL
		RUPTURA DE CADENA	NO PUEDE RODAR	FATIGA EN LOS ESLABONES DE LA CADENA	8	2	2	32	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL Y ANUAL
SILLÍN	PERMITIR QUE EL USUARIO SE SIENTE	SILLÍN SUELTO	EL USUARIO NO SE PUEDE SENTAR	FALTA DE AJUSTE DE SILLÍN	8	7	9	504	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL
		ABOLLONADO ROTO	INCOMODIDAD USUARIO	MALTRATO CON PERTENECÍA DEL USUARIO O MALA MANIPULACIÓN	3	2	5	30	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL
TENEDOR	DAR DIRECCIÓN	CAÑA SUELTA	PELIGRO DE ACCIDENTE	AJUSTE PERIÓDICO DEL TORNILLO SUJETADOR DE CAÑA	8	2	4	64	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL
		TENEDOR DESALINEADO	NO DA DIRECCIÓN CORRECTAMENTE	GOLPE EN LA RUEDA DELANTERA O DESAJUSTE CAÑA	5	2	5	50	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL
		RUPTURA DE BRAZO	PELIGRO DE ACCIDENTE	FATIGA POR SOBRE ESFUERZOS	8	2	3	48	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL Y ANUAL

PLATO Y PEDAL	GENERA POTENCIA CON EL USUARIO	PEDALES SUELTO	PRESENCIA DE RUIDO Y DESALINEACIÓN	NO SE APRIETAN PERIÓDICAMENTE LOS PEDALES	6	6	4	144	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL Y TRIMESTRAL
		PLATO DESBALANCEADO	ROCE DE PLATO EN MARCO	GOLPE AXIAL AL PLATO	3	3	4	36	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL
		SE SALTA EL PLATO	NO TRASMITE GIRO CORRECTO RUEDA	DIENTES DESGASTADOS	4	2	2	16	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO ANUAL
FRENOS	DETENER LA BICICLETA	NO FRENA	PELIGRO DE ACCIDENTE	GUAYAS ROTAS , ZAPATAS CRISTALIZADAS	10	3	10	300	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO ANTES DE MONTAR
		NO FRENA UNIFORMEMENTE	PRESENCIA DE RUIDO Y DESALINEACIÓN	AROS DESALINEADOS O MAL POSICIÓN DE ZAPATAS	4	3	8	96	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL
		MANILARES MUY BLANDOS	NO FRENA RÁPIDAMENTE	FALTA DE GRADUACIÓN	7	5	6	210	REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO MENSUAL

Se identifica que el la fallas críticas son los Pinchazos, las cadenas desajustadas o sueltas, sillines sueltos, guayas de frenos rotas y zapatas cristalizadas.

Para evitar estos fallos se recomienda seguir rutinas de mantenimiento preventivo.

3.2. COSTOS

En la siguiente tabla se listan los costos que generaría el funcionamiento del proyecto:

Tabla 4 Costos

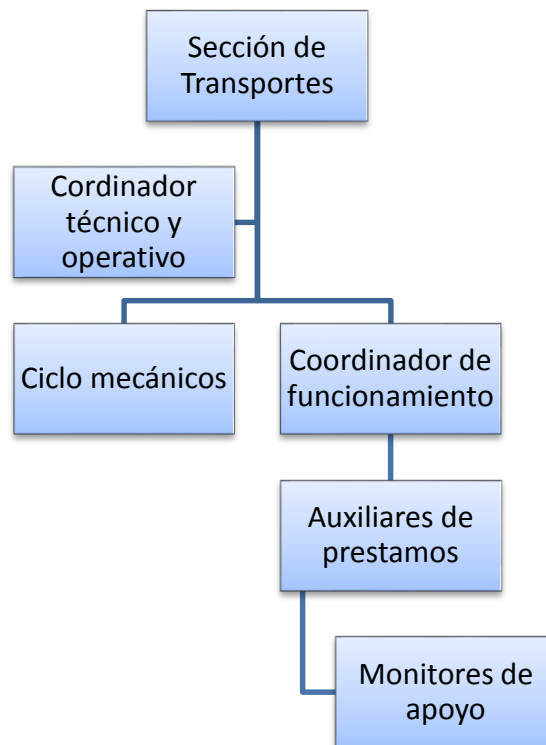
COSTOS INVERSIÓN				
ITEM	CANTIDAD	VALOR/ UNITARIO (COP)	SUBTOTAL	SUBTOTAL(INCLUIDO I.V.A)
TARJETAS INTELIGENTES	500	\$ 2.400	\$ 1.200.000,00	\$ 1.392.000
PORTÁTILES	6	\$ 1.500.000	\$ 9.000.000,00	\$ 10.440.000
GUAYAS	500	\$ 20.000	\$ 10.000.000,00	\$ 11.600.000
CARPAS	6	\$ 700.000	\$ 4.200.000,00	\$ 4.872.000
RADIOS	6	\$ 250.000	\$ 1.500.000,00	\$ 1.740.000
LECTORES	6	\$ 200.000	\$ 1.200.000,00	\$ 1.392.000
TOTAL				\$ 31.436.000
COSTOS ANUALES DE SOSTENIMIENTO				
CONCEPTO	CANTIDAD	SALARIO MENSUAL	SALARIO ANUAL	SUBTOTAL
COORDINADOR	1	\$ 1.600.000	\$ 19.200.000	\$ 19.200.000
JEFE DE TALLER	1	\$ 1.300.000	\$ 15.600.000	\$ 15.600.000
CICLO MECÁNICOS	3	\$ 1.150.000	\$ 13.800.000	\$ 41.400.000
CICLO RECOLECTORES	4	\$ 280.000	\$ 3.360.000	\$ 13.440.000

GUÍASPEDAGÓGICOS	2	\$ 280.000	\$ 3.360.000	\$ 6.720.000
BOLSA DE REPUESTOS	1			\$ 10.000.000
REPOSICIÓN BICICLETAS	25			\$ 6.250.000
TOTAL				\$ 112.610.000
COSTOS INVERSIÓN				\$ 31.436.000
COSTOS ANUALES DE SOSTENIMIENTO				\$ 112.610.000
				\$ 144.046.000

3.3. RECURSO HUMANO

El funcionamiento del programa BicirrUN está basado en el organigrama que se muestra a continuación:

Figura 43 Organigrama BicirrUN



La Sección de Transportes es la encargada de la gestión de la movilidad de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá por lo cual tiene a su cargo el personal que opera el sistema de préstamo de bicicletas públicas denominado BicirrUN. Para ello cuenta con los siguientes operarios

3.3.1. Coordinador Técnico y operativo: El objetivo general de la coordinación Técnica y Operativa del programa BicirrUN es el de asegurar el servicio de movilidad, mediante el préstamo, gestión y sostenimiento de las bicicletas y recursos asignados al programa. Dentro de sus funciones principales están:

- Preparación de informes de gestión en el taller para ser presentados a las directivas
- Digitación de informes de trabajo diario de cada uno de los mecánicos del programa
- Seguimiento al comportamiento de las bicicletas identificando daños y características relevantes
- Manejo de inventarios de bicicletas
- Control de inventario de repuestos.

3.3.2 Ciclo mecánico: Las labores del ciclo mecánico serían las siguientes

- Reparación y mantenimiento básico de las bicicletas (Despinche, arreglo y/o cambio de cadena, mantenimiento de frenos, engrase de rodamientos, cambio de llantas, caja de centro, dirección y pedales)
- Proponer alternativas de solución a los problemas que surgen en el trabajo.
- Responder al buen uso, cuidado y mantenimiento de las herramientas a su cargo.
- Administrar repuestos necesarios para la movilización de las bicicletas.
- Presentar informes y novedades.

3.3.3 Coordinador de funcionamiento: Es el encargado de coordinar los puntos de préstamo de las bicicletas. Bajo su mando están los auxiliares de préstamos. Dentro de sus funciones están:

- Apoyar la coordinación de campo, el monitoreo y la comunicaciones con los auxiliares que recogen y distribuyen las bicicletas.
- Apoyar las recomendaciones técnicas que se estimen necesarias conducentes al mejor desempeño del programa.
- Apoyar la articulación con el componente pedagógico y los otros medios del sistema de movilidad.



















3.3.4 Auxiliares de préstamos: Son los encargados de registrar los usuarios y realizar los préstamos y recolección de las bicicletas en cada punto de entrega del sistema.



















3.3.5 Monitores de apoyo: Los monitores acompañan en las estaciones a los auxiliares de préstamos y apoyan en la entrega al usuario de la bicicleta la cual no debe presentar fallas mecánicas que represente un peligro en el desplazamiento. De igual forma observa que la bicicleta sea devuelta en perfectas condiciones y de no ser así, realizan la anotación de la falla presentada.





























3.4. INVENTARIO DE BICICLETAS Y SU ESTADO



























Para el desarrollo del proyecto se hace indispensable realizar un levantamiento de la cantidad y el estado en el que se encuentran de las bicicletas urbanas convencionales propiedad de la Universidad Nacional de Colombia, donde se implementó un sistema visual por colores, donde se especifica lo siguiente: verde- bicicletas disponibles, amarillo- bicicletas en uso, rojo- bicicletas fuera de servicio.

Tabla 5 Inventario de bicicletas BicirrUN

INVENTARIO DE BICICLETAS UN									
No.	CODIGO INTERNO	TIPO	N° PLACA	MARCA	DEPENDENCIA	ESTADO 1	ESTADO 2	TIPO DE FALLA	LUGAR
1	UN-CV-2510	BICICLETA URBANA	1	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 3	F/DE SERVICIO	PINCHADA	UN BOGOTA
2	UN-CV-2511	BICICLETA URBANA	2	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
3	UN-CV-2512	BICICLETA URBANA	3	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
4	UN-CV-2513	BICICLETA URBANA	4	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
5	UN-CV-2514	BICICLETA URBANA	5	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
6	UN-CV-2515	BICICLETA URBANA	6	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
7	UN-CV-2516	BICICLETA URBANA	7	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
8	UN-CV-2517	BICICLETA URBANA	8	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
9	UN-CV-2518	BICICLETA URBANA	9	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
10	UN-CV-2519	BICICLETA URBANA	10	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
11	UN-CV-2520	BICICLETA URBANA	11	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
12	UN-CV-2521	BICICLETA URBANA	12	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
13	UN-CV-2522	BICICLETA URBANA	13	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
14	UN-CV-2523	BICICLETA URBANA	14	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK, TIENE CALCOMANIAS DESPEGADAS	UN BOGOTA
15	UN-CV-2524	BICICLETA URBANA	15	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
16	UN-CV-2525	BICICLETA URBANA	16	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
17	UN-CV-2526	BICICLETA URBANA	17	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
18	UN-CV-2527	BICICLETA URBANA	18	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES	 1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA

19	UN-CV-2528	BICICLETA URBANA	19	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
20	UN-CV-2529	BICICLETA URBANA	20	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
21	UN-CV-2530	BICICLETA URBANA	21	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
22	UN-CV-2531	BICICLETA URBANA	22	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
23	UN-CV-2532	BICICLETA URBANA	23	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
24	UN-CV-2533	BICICLETA URBANA	24	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
25	UN-CV-2534	BICICLETA URBANA	25	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		3	F/DE SERVICIO	NO TIENE ZAPATAS	UN BOGOTA
26	UN-CV-2535	BICICLETA URBANA	26	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
27	UN-CV-2536	BICICLETA URBANA	27	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
28	UN-CV-2537	BICICLETA URBANA	28	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
29	UN-CV-2538	BICICLETA URBANA	29	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
30	UN-CV-2539	BICICLETA URBANA	30	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
31	UN-CV-2540	BICICLETA URBANA	31	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
32	UN-CV-2541	BICICLETA URBANA	32	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
33	UN-CV-2542	BICICLETA URBANA	33	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
34	UN-CV-2543	BICICLETA URBANA	34	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
35	UN-CV-2544	BICICLETA URBANA	35	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
36	UN-CV-2545	BICICLETA URBANA	36	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
37	UN-CV-2546	BICICLETA URBANA	37	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
38	UN-CV-2547	BICICLETA URBANA	38	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
39	UN-CV-2548	BICICLETA URBANA	39	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
40	UN-CV-2549	BICICLETA URBANA	40	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
41	UN-CV-2550	BICICLETA URBANA	41	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
42	UN-CV-2551	BICICLETA URBANA	42	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
43	UN-CV-2552	BICICLETA URBANA	43	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
44	UN-CV-2553	BICICLETA URBANA	44	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
45	UN-CV-2554	BICICLETA URBANA	45	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
46	UN-CV-2555	BICICLETA URBANA	46	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA

47	UN-CV-2556	BICICLETA URBANA	47	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
48	UN-CV-2557	BICICLETA URBANA	48	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
49	UN-CV-2558	BICICLETA URBANA	49	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
50	UN-CV-2559	BICICLETA URBANA	50	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
51	UN-CV-2560	BICICLETA URBANA	51	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
52	UN-CV-2561	BICICLETA URBANA	52	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
53	UN-CV-2562	BICICLETA URBANA	53	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
54	UN-CV-2563	BICICLETA URBANA	54	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
55	UN-CV-2564	BICICLETA URBANA	55	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
56	UN-CV-2565	BICICLETA URBANA	56	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
57	UN-CV-2566	BICICLETA URBANA	57	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
58	UN-CV-2567	BICICLETA URBANA	58	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
59	UN-CV-2568	BICICLETA URBANA	59	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
60	UN-CV-2569	BICICLETA URBANA	60	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
61	UN-CV-2570	BICICLETA URBANA	61	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
62	UN-CV-2571	BICICLETA URBANA	62	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
63	UN-CV-2572	BICICLETA URBANA	63	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
64	UN-CV-2573	BICICLETA URBANA	64	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
65	UN-CV-2574	BICICLETA URBANA	65	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
66	UN-CV-2575	BICICLETA URBANA	66	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
67	UN-CV-2576	BICICLETA URBANA	67	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
68	UN-CV-2577	BICICLETA URBANA	68	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
69	UN-CV-2578	BICICLETA URBANA	69	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
70	UN-CV-2579	BICICLETA URBANA	70	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
71	UN-CV-2580	BICICLETA URBANA	71	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
72	UN-CV-2581	BICICLETA URBANA	72	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
73	UN-CV-2582	BICICLETA URBANA	73	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
74	UN-CV-2583	BICICLETA URBANA	74	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA

75	UN-CV-2584	BICICLETA URBANA	75	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
76	UN-CV-2585	BICICLETA URBANA	76	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
77	UN-CV-2586	BICICLETA URBANA	77	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
78	UN-CV-2587	BICICLETA URBANA	78	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
79	UN-CV-2588	BICICLETA URBANA	79	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
80	UN-CV-2589	BICICLETA URBANA	80	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
81	UN-CV-2590	BICICLETA URBANA	81	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
82	UN-CV-2591	BICICLETA URBANA	82	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
83	UN-CV-2592	BICICLETA URBANA	83	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
84	UN-CV-2593	BICICLETA URBANA	84	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
85	UN-CV-2594	BICICLETA URBANA	85	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
86	UN-CV-2595	BICICLETA URBANA	86	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
87	UN-CV-2596	BICICLETA URBANA	87	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
88	UN-CV-2597	BICICLETA URBANA	88	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
89	UN-CV-2598	BICICLETA URBANA	89	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
90	UN-CV-2599	BICICLETA URBANA	90	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
91	UN-CV-2600	BICICLETA URBANA	91	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
92	UN-CV-2601	BICICLETA URBANA	92	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
93	UN-CV-2602	BICICLETA URBANA	93	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
94	UN-CV-2603	BICICLETA URBANA	94	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
95	UN-CV-2604	BICICLETA URBANA	95	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
96	UN-CV-2605	BICICLETA URBANA	96	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		2	USO	OK	UN BOGOTA
97	UN-CV-2606	BICICLETA URBANA	97	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		2	USO	OK	UN BOGOTA
98	UN-CV-2607	BICICLETA URBANA	98	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		2	USO	OK	UN BOGOTA
99	UN-CV-2608	BICICLETA URBANA	99	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA
100	UN-CV-2609	BICICLETA URBANA	100	CONVENCIONAL	SECCION DE TRANSPORTES		1	DISPONIBLE	OK	UN BOGOTA

3.5. SISTEMA DE INFORMACIÓN

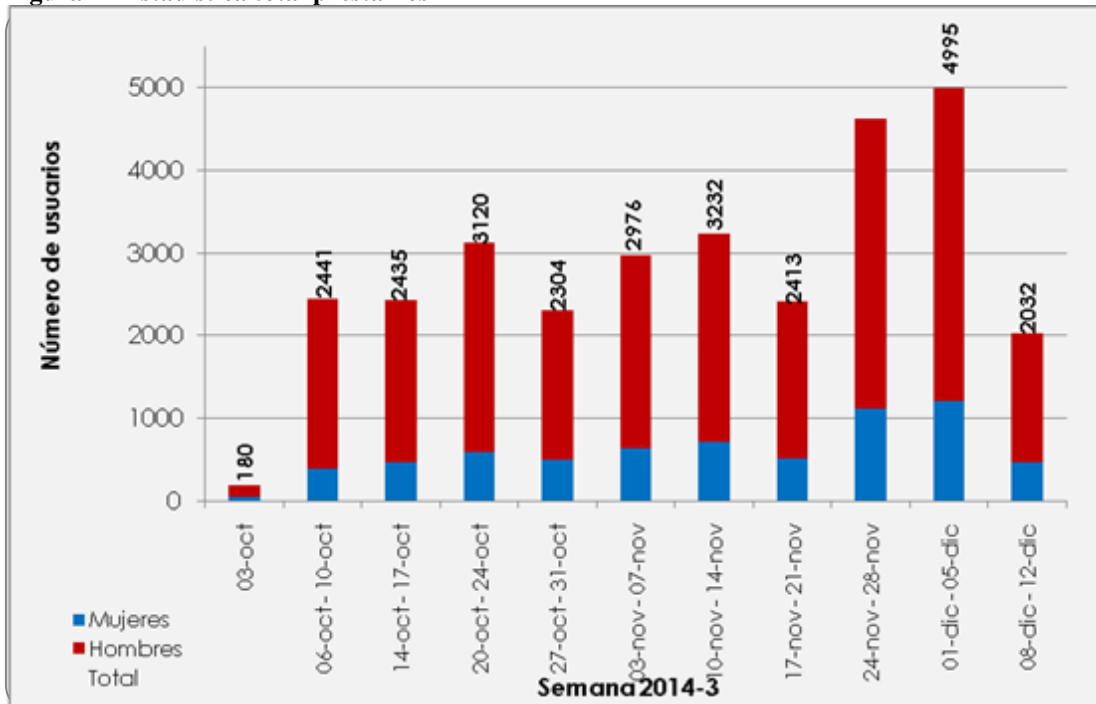
Para ofrecer viabilidad operativa actual y futura, bajo el nuevo modelo de funcionamiento, se implementó un sistema de control e información que permite identificar claramente a los usuarios y el trato que se da a las bicicletas del programa, esto se apoya inicialmente con la creación de una base de datos que administre la información del préstamo a los usuarios.

En el funcionamiento se enviará el link a los estudiantes para que se registren a la prueba piloto de bicicletas públicas, en esta 1ª etapa participan estudiantes de pregrado de las facultades de Artes e Ingeniería.

www.idrd.gov.co/pedalea_por_bogota/Universidad_Nacional

El sistema de información arroja datos estadísticos como lo son distribución de préstamos y los orígenes y destinos más frecuentados por los bicisuarios.

Figura 44 Estadística total préstamos



n=30.753

Fuente: Sistema de información IDRDR

Figura 45 Matriz Origen Destino

O/D	Uriel Gutiérrez	CYT	Enfermería	Calle 26	Calle 45	
Uriel Gutiérrez		1673	304	1028	951	3956
CYT	1727		596	3241	2642	8206
Enfermería	352	687		111	36	1186
Calle 26	1217	5172	120		1576	8085
Calle 45	1142	4529	67	1274		7012
	4438	12061	1087	5654	5205	

n=28.445

Fuente: Sistema de información IDRDR

Para el sistema de información en el mantenimiento se cuenta con tablas de Excel donde se registran los trabajos realizados a cada una de las bicicletas y los repuestos utilizados.

3.6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo para las bicicletas de la Universidad Nacional de Colombia fue estructurado en cinco rutinas de mantenimiento las cuales son en periodos, diarios, semanales, mensuales, cada tres meses y anuales, esto afín de darle mayor durabilidad, seguridad y mantener en más del 70% de las bicicletas disponibles.

Tabla 6 Rutina de mantenimiento antes de servicio

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BICICLETAS URBANA CONVENCIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL BOGOTA RUTINA DIARIO O ANTES DE MONTAR			
SISTEMA	DESCRIPCION DE RUTINA	ESTADO	
		BUENO	MALO
RUEDA	Gire cada rueda y observe la llanta al pasar entre las zapatas de los frenos y el cuadro. Si la llanta gira desequilibrada, de arriba abajo o de lado a lado.		
RUEDA	Compruebe que los dispositivos de liberación rápida estén en la posición CERRADA (fija), o que las tuercas del eje de las ruedas estén apretadas.		

NEUMATICOS Y LLANTAS	Verifique Inflado de las ruedas con la presión de aire recomendada en el lateral de las mismas. Algunos neumáticos permiten una variedad de inflados. Cuando vaya a inflar un neumático, tenga en cuenta el peso de la persona que la va a montar (y si va a haber alguna carga adicional). Dentro de las opciones de inflado, la presión más alta es generalmente la que mejor resultado da en superficies como el pavimento, mientras que una presión más baja funciona mejor en carreteras no asfaltadas.		
FRENOS	inspecciones las zapatas de freno y frenado		
CUADRO Y HORQUILLA	Inspeccione cuadro y horquilla para detectar posibles síntomas de fatiga. Arañazos, grietas, abolladuras, deformaciones y decoloración son señales de fatiga ocasionada por estrés. Si alguna pieza muestra síntomas de daños o fatiga, reemplace la pieza antes de montar en la bicicleta		

Tabla 7 Rutina de mantenimiento semanal

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BICICLETAS URBANA CONVENCIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL BOGOTA RUTINA SEMANAL

SISTEMA	DESCRIPCION DE RUTINA	ESTADO	
		BUENO	MALO
RUEDA	verifique que no hay ningún radio suelto, dañado o roto		
LIMPIESA	limpie la bicicleta con un paño húmedo semanalmente		
RUEDA	Verifique que las ruedas estén en buenas condiciones, tanto la efectividad de los frenos como la solidez de la rueda se verán reducidas grandemente.		

Tabla 8 Rutina de mantenimiento mensual

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BICICLETAS URBANA CONVENCIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL BOGOTA RUTINA MENSUAL

SISTEMA	DESCRIPCION DE RUTINA	ESTADO	
		BUENO	MALO
MANILLAR, EXTREMOS DE MANILLAR Y VÁSTAGO	Asegúrese de que el vástago esté alineado con la rueda delantera. Ponga a prueba la conexión con la horquilla tratando de girar el manillar de lado a lado con la rueda delantera bloqueada entre sus rodillas. Pruebe la seguridad del manillar tratando de girarlo en el vástago. Asegúrese de que no haya cables estirados o pellizcados con el giro del manillar.		
SILLÍN Y TUBO DEL SILLÍN	inspeccionar que los pernos del tubo y del sillín se encuentren apretados moviendo el sillín hacia adelante, hacia atrás, hacia arriba y hacia debajo, si hay algún movimiento en algunas de estas direcciones, verificar y torquear los pernos necesarios		

TREN DE ARRASTRE: PEDALES, PLATO, CADENA Y CASETE sin protector	Compruebe que la cadena y el casete estén limpios, sin óxido y que estén bien lubricados. Todos los eslabones de la cadena deberán pivotar bien y sin chirridos, y no deberán tener deformación alguna. Quite la rueda trasera y gire el casete en sus manos. Si escucha un ruido extraño o si el casete se detiene inmediatamente después de girarlo, es posible que el casete necesite reparación o reemplazarse.		
TREN DE ARRASTRE: PEDALES, PLATO, CADENA Y CASETE con protector	Compruebe que éste firmemente asentado y correctamente alineado. Trate de mover el protector de cadena de lado a lado y dele unos golpecitos. Alce la rueda trasera del suelo y gire los brazos de los pedales, y escuche por si hubiera alguna señal que indique que el plato o la cadena estén rozando en el protector de cadena. Vuelva a alinear el protector de cadena de forma que no se mueva, traqueteo o roce, y apriete los tornillos de fijación.		
Lubricación y limpieza	Una vez al mes, limpie el casete y lubrique la cadena. Ponga siempre un trapo detrás de la cadena para evitar que caiga aceite en el resto de la bicicleta. Una vez lubricada la cadena, limpie el exceso de aceite con un trapo.		
SISTEMAS DE CAMBIO DE VELOCIDADES	Compruebe que los cables de cambio no tengan retorcimientos, óxido, hilos rotos o extremos deteriorados. Compruebe también el recubrimiento para detectar hilos de cable sueltos, extremos doblados, cortes y desgaste. Si sospecha que existe algún problema en los cables de cambio de velocidad, no monte la bicicleta		
SISTEMAS DE CAMBIO DE VELOCIDADES	Compruebe el buen funcionamiento de la palanca de cambio izquierda/cambiador de platos. Cuando se cambia hacia abajo, el cambiador de platos cambia la cadena de una corona más grande a una más pequeña. Cuando se cambia hacia arriba, el cambiador de platos cambia la cadena de una corona más pequeña a una más grande. Una vez hecho el cambio moviendo el cambiador ligeramente, deberá poder situar el cambiador de platos de tal forma que no roce en la cadena. La cadena no deberá salirse de las coronas externa e interna en ningún momento		
SISTEMAS DE CAMBIO DE VELOCIDADES	Compruebe el buen funcionamiento de la palanca de cambio derecha/piñón de velocidades. Cuando se cambia hacia abajo, el piñón de velocidades cambia la cadena de una rueda dentada más pequeña a una más grande. Cuando se cambia hacia arriba, el piñón de velocidades cambia la cadena de una rueda dentada más grande a una más pequeña. Una vez hecho el cambio, el piñón de velocidades deberá situarse de tal forma que la cadena corra suavemente, sin saltos. La cadena no deberá salirse de las ruedas dentadas externa e interna en ningún momento		
LUBRICACION	lubrique los puntos de pivote tanto en el piñón de velocidades como en el cambiador de platos, y también en las poleas del piñón de velocidades, con lubricante sintético para cadenas		
SISTEMAS DE CAMBIOS INTERNOS	Compruebe que los cables de cambio no tengan retorcimientos, óxido, hilos rotos o extremos deteriorados. Comprueben también la cubierta para detectar extremos doblados, cortes o desgaste. Si sospecha que el cable tiene algún problema, no monte la bicicleta		
SISTEMAS DE CAMBIOS INTERNOS	verifique que las ruedas dentadas del eje estén bien ajustadas		
SISTEMAS DE CAMBIOS INTERNOS	Compruebe que los cables de cambio no tengan retorcimientos, óxido, hilos rotos o extremos deteriorados. Comprueben también la cubierta para detectar extremos doblados, cortes o desgaste. Si sospecha que el cable tiene algún problema, no monte la bicicleta.		
HORQUILLA Y CABEZAL DE LA HORQUILLA	Inspeccione el cabezal de la horquilla para verificar que no está suelto ni demasiado apretado. Si los rodamientos del cabezal de la horquilla están sueltos o demasiado apretados, no monte la bicicleta		

SISTEMAS DE FRENOS	Compruebe los cables de los frenos por si tuvieran retorcimientos, óxido, hilos rotos y extremos deshilachados, y compruebe que la cubierta no tenga extremos doblados, cortes o desgaste.		
SISTEMAS DE FRENOS	Inspeccione las zapatas de los frenos por si estuvieran desgastadas. Las zapatas tienen pequeñas muescas en la superficie de frenado. Si alguna de estas muescas tienen menos de 2 mm de profundidad, o 1 mm de profundidad en frenos de tiro directo, reemplace las zapatas		
SISTEMAS DE FRENOS	Compruebe los cables de los frenos por si tuvieran retorcimientos, óxido, hilos rotos y extremos deshilachados, y compruebe que la cubierta no tenga extremos doblados, cortes o desgaste. Reemplace cualquier parte que no pase esta inspección		
SISTEMAS DE FRENOS	Inspeccione las zapatas de los frenos por si estuvieran desgastadas. Las zapatas tienen pequeñas muescas en la superficie de frenado. Si alguna de estas muescas tiene menos de 2 mm de profundidad, o 1 mm de profundidad en frenos de tiro directo, reemplace las zapatas.		
ROTOR	Inspeccione el rotor para verificar su buen funcionamiento. Observe la unidad de rodamientos al tiempo que gira el manillar 360 grados. No deberá moverse hacia arriba ni hacia abajo, ni inclinarse. Cuando se acciona la palanca del freno, el rotor deberá accionar el freno firmemente, al tiempo que la unidad de rodamientos permanece paralela a los topes superior e inferior del cable		
RUEDAS	compruebe que los rodamientos de ambos ejes de las ruedas estén bien ajustados. Alce el extremo delantero de la bicicleta del suelo con una mano y trate de mover la llanta lateralmente, de izquierda a derecha. Observe, sienta y escuche para detectar una posible flojedad en los rodamientos de los ejes. Gire la rueda escuche si hay algún sonido inusual. Si el eje parece suelto o hace algún ruido, hará falta que se ajuste. Repita este procedimiento para la rueda trasera		
RUEDAS	Compruebe si hay algún desgaste en las llantas. En las bicicletas para adultos puede haber indicadores de desgaste en la superficie de frenado, ya sea una muesca continua o varias muescas esféricas pequeñas en intervalos constantes alrededor de la llanta. Si la superficie de frenado está desgastada de tal forma que alguna parte de estos indicadores no es ya visible		

Tabla 9 Rutina de mantenimiento trimestral

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BICICLETAS URBANA CONVENCIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL BOGOTA RUTINA CADA 3 MESES

SISTEMA	DESCRIPCION DE RUTINA	ESTADO	
		BUENO	MALO
TREN DE ARRASTRE: PEDALES, PLATO, CADENA Y CASETE	Inspeccione los pedales y los estribos. Asegúrese de que los estribos están bien apretados al pedal, y que los reflectores del pedal están limpios y en su lugar. Apriete los pedales a los brazos del plato; gire el pedal derecho en el sentido de las agujas del reloj y el pedal izquierdo en sentido contrario		
TREN DE ARRASTRE: PEDALES, PLATO, CADENA Y CASETE	inspeccione el juego de platos, compruebe que el ajuste del soporte inferior y apriete los pernos del juego de platos		

TREN DE ARRASTRE: PEDALES, PLATO, CADENA Y CASETE	Compruebe la cadena para detectar un posible desgaste con un calibre de desgaste de cadenas o con una regla. Cada eslabón completo de una cadena nueva mide una pulgada (2,5 cm). Si 12 eslabones de la cadena miden 12 1/8 pulgadas (30.80 cm) o más, la cadena deberá ser reemplazada		
FRENOS	Apriete los pernos de las palancas de los frenos		
FRENOS	apriete los pernos de los frenos de zapatas		
FRENOS	lubrique los pivotes de la palanca del freno y los pivotes de fijación del brazo del freno con un aceite ligero		

Tabla 10 Rutina de mantenimiento anual

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BICICLETAS URBANA CONVENCIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL BOGOTA RUTINA CADA AÑO

SISTEMA	DESCRIPCION DE RUTINA	ESTADO	
		BUENO	MALO
MANILLAR, EXTREMOS DE MANILLAR Y VÁSTAGO	desmontar manillar y vástago del tenedor y remueva la grasa vieja y lubrique con grasa nueva fina		
MANILLAR, EXTREMOS DE MANILLAR Y VÁSTAGO	Para lubricar un vástago de conexión directa se requiere un ajuste de los rodamientos del cabezal de la horquilla		
SILLÍN Y TUBO DEL SILLÍN	Lubrique el tubo del sillín		
TREN DE ARRASTRE: PEDALES, PLATO, CADENA Y CASETE	Lubrique los rodamientos del pedal, los rodamientos del soporte inferior y también la parte de los ejes de los pedales que se enrosca los brazos de los pedales. Algunos rodamientos de pedales y rodamientos de soporte inferior están permanentemente sellados y no requieren lubricación alguna. La lubricación de los rodamientos requiere herramientas especiales y ciertos conocimientos.		
HORQUILLA Y CABEZAL DE LA HORQUILLA	Lubrique el cabezal de la horquilla. Este procedimiento requiere herramientas especiales y ciertos conocimientos		
RUEDA	engrase los rodamientos de la rueda		
RUEDA	lubrique el dispositivo de liberación rápida de la rueda		

3.7. INVENTARIO DE HERRAMIENTA

De acuerdo al histórico de fallas y comportamiento del modelo, se estableció un inventario y herramientas necesarias para garantizar la disponibilidad de las bicicletas dentro de la Universidad.

Tabla 11 Inventario de Herramienta

INVENTARIO DE HERRAMIENTA PARA BICICLETA		
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	Segueta	1
2	Navaja Bristol	5

3	Extractor de Piñón	1
4	Llave Alemana Grande	1
5	Llave Alemana Mediana	1
6	Llave Alemana Pequeña	1
7	Hombre sólo	1
8	Alicate	1
9	Cortafrío	1
10	Martillo de Hierro	2
11	Destornillador de estrella	6
12	Destornillador de Pala	5
13	Templa Rayos	4
14	Llave para dirección 82	1
15	Llave para dirección 30-32 y 36-40	1
16	Extractor de Centro	2
17	Llave 15 mm	5
18	Llave 14 mm	1
19	Llave 17 mm	1
20	Llave de conos 15-16	1
21	Llave de conos 15 mm	1
22	Llave de conos 17 mm	1
23	Llave 9 mm	1
24	Llave 12-15 mm	1
25	Juego de copas 12-14	1
26	Llave de 1/2 - 9/16	1
27	Extractor de cadena	1
28	Llaves 13 mm	1
29	Juego de copas de 8 - 10 mm	1
30	Pico de Loro	1
31	Destornilladores torx	2
32	juego copa puntas torx	1
33	juego copa torx	1
34	Juego de parches para bicicleta	1
35	Bomba de inflado para bicicleta, con medidor	1
36	Palancas para neumáticos	1
37	Llaves 10 mm	3

3.8. INDICADORES

Los indicadores usados para la gestión del mantenimiento son la muestra de las acciones realizadas e indican la efectividad del mejoramiento continuo.

A continuación se hace un planteamiento sugerido de los indicadores para administrar la gestión del mantenimiento.

- Indicadores de Costos

De los siguientes indicadores definidos para los costos

\$/Préstamos totales

\$/Préstamos por tipo de bicicleta

\$/Préstamos por componentes

Indicadores de Planeación:

% Cumplimiento

(OT Planeadas Ejecutadas/ OT Planeadas) OT=Orden de trabajo

% Tipos de Mantenimiento

% Porcentaje de mantenimiento Preventivo

% Porcentaje de mantenimiento Correctivo

% y Cantidad de OT Solicitadas

% y Cantidad de OT en Espera de Repuestos

% y Cantidad de OT en Espera de Programación

% y Cantidad de OT en Ejecución

% y Cantidad de OT Ejecutadas

% y Cantidad de OT por Reprogramar

% y Cantidad de OT Retroalimentadas

% y Cantidad de OT Cerradas

Indicadores de Confiabilidad:

% Disponibilidad x Tipo de bicicleta

Indicadores Operativos

Consumo de neumáticos (Hr/mm)

Consumo de zapatas (Hr/Bicicleta)

4. CONCLUSIONES

- El programa BicirrUN fue un sistema que adolecía de un control y un mantenimiento preventivo, con el nuevo plan piloto se ha ido implementando un seguimiento al inventario y el estado de las bicicletas acompañada del inicio de un plan de mantenimiento que se compone de rutinas periódicas.
- Se generó una “gerencia” que controla el sistema, maneja y determina como se ofrece el servicio y que a su vez compilara información recogida y la usa para hacer más eficiente el programa. Además propone proyectos y ampliación de servicios.
- Se mejoró las condiciones espaciales del ciclo taller y de trabajo de los mecánicos y demás personas vinculadas al programa, además se doto de herramienta básica para la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos en pro de mantener la disponibilidad.
- Es importante realizar análisis del uso, encuestas y estudios de la información obtenida para determinar si el diseño de la bicicleta responde o no al uso que se le da actualmente.
- Al implementar la nueva imagen en el sistema se creó una nueva cultura de pertenencia de este medio de transporte.
- La Sección de Transportes presta el servicio de rutas circulares para el desplazamiento de sus estudiantes a las diferentes facultades. Esta ruta se realizaba 11 veces al día. Al implantar el sistema se redujo la frecuencia en 8 veces al día debido a que los estudiantes utilizan la bicicleta como alternativa de movilidad.

BIBLIOGRAFÍA

ALCADIA DE BOGOTA - SECRETARIA DE MOVILIDAD, Manual Bici - Mi estilo es Bici Bogotá. Bogotá: <http://www.transitobogota.gov.co/?sec=612>.

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, Guía Metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España. España: IDEA 2007.

HISTORIA DE LA BICICLETA, disponible en página de internet, <http://todotecnologia-eso.blogspot.com.co/2014/10/historia-de-la-bicicleta.html>.

LIBRO DE LA BICICLETA. Guía completa de mantenimiento. Barcelona: CEAC, 2004.

MAESTRE, Pedro. La mecánica de las bicicletas de carreras y todoterreno. Bilbao: DORLETA S.A, 1998.

MOVILIDAD HUMANA. Alcaldía Mayor de Bogotá, disponible en la página de internet, <http://www.movilidadbogota.gov.co/?sec=556>.

NOTICIA UNIMEDIOS. Disponible en la página de internet, <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/bicirrun-empieza-su-prueba-piloto.html>.

QUINTANILLA PRADA, Oscar Javier; TOVAR FLOREZ, Carlos Augusto; VARGAS TORRES, Herman Raúl. Bicicleta accionada por motor de corriente continúa. Trabajo de grado para optar al título de ingeniero Electricista UIS. Bucaramanga: UIS, 2013.

TPM ON LINE.COM. Disponible en página de internet,
http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm.