

**ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA
DE PARQUES OFRECIDO POR LA EMPRESA ASEO URBANO S.A.S
E.S.P., CÚCUTA NORTE DE SANTANDER**



AMERICA ELIZABETH RAMIREZ MONCADA

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

PAMPLONA

2016

**ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE BARRIDO Y LIMPIEZA
DE PARQUES OFRECIDO POR LA EMPRESA ASEO URBANO S.A.S E.S.P.,
CÚCUTA NORTE DE SANTANDER**



AMERICA ELIZABETH RAMIREZ MONCADA

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Industrial

Director del trabajo de grado

ING. MARISOL LUNA LEAL

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PAMPLONA

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director de trabajo de grado

Jurado

Jurado

Pamplona, Junio de 2016

PENSAMIENTO

“El único modo de hacer un gran trabajo es amar lo que haces”

Steve Jobs

DEDICATORIA

A mis padres, mis hermanos y familiares por creer en mí siempre y ser mi apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

A mi novio por llenar mi vida de felicidad y amor.

A mis amigos, a los que están cerca y aquellos que están lejos por todas esas experiencias vividas, por cada risa, cada lágrima y abrazo compartido. Por decirme incansablemente que las cosas saldrán bien.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por no abandonarme, incluso cuando yo si lo he hecho y por todas las bendiciones que me da cada día.

A mis padres Angélica Moncada y Nelson Ramírez por enseñarme a no darme por vencida y ser ejemplo de lucha constante, por confiar en mí y apoyarme en cada momento.

A mi hermana Jazmín Ramírez por ser la mejor amiga y mi compañía incondicional, a mi hermano Emerson Ramírez por llenarme de ganas de seguir esforzándome por un mejor futuro.

A mis tías Veronica Ramirez y Olga Ramirez, mis primos Diana Garcia y Herney Garcia por estar siempre en los momentos felices y difíciles que he vivido.

A Diego Peláez por iluminar mi vida, llenarla de sonrisas y los momentos más hermosos de mi vida, por cada instante compartido y por la ilusión de amarnos siempre.

A mis amigas, Andrea Pabón, Nancy Buitrago, Laurys Ardila, Maritza Pérez, Laura Cassiani, Patricia León, Sandra Carrillo y Dayana Pérez por compartir diferentes momentos, por cada palabra de aliento y por enseñarme el significado de la amistad.

A mis profesores, compañeros, al personal administrativo y operativo de la empresa que siempre estuvieron dispuestos a colaborar para la ejecución de este proyecto.

A la empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P. por darme la oportunidad de aprender y formarme como profesional.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| GLOSARIO | 11 |
| RESUMEN..... | 12 |
| Palabras claves | 12 |
| INTRODUCCION | 13 |
| 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.1 Formulación del problema | 15 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 16 |
| 3. OBJETIVOS | 17 |
| 3.1 Objetivo general..... | 17 |
| 3.2 Objetivos específicos..... | 17 |
| 4. MARCO REFERENCIAL | 18 |
| 4.1 MARCO TEORICO | 18 |
| 4.2 MARCO CONTEXTUAL | 21 |
| 4.3 MARCO LEGAL..... | 23 |
| 4.4 MARCO NORMATIVO..... | 27 |
| 4.5 ANTECEDENTES..... | 28 |
| 4.6 ESTADO ACTUAL..... | 29 |
| 4.6.1. Rutas de barrido y limpieza de áreas públicas | 29 |
| 5. DISEÑO METODOLOGICO | 32 |
| 5.1 Tipo de investigación | 32 |
| 5.1.1 Diseño de investigación | 32 |
| 5.1.2 Población | 32 |
| 5.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 33 |
| 5.2 Pasos para el estudio de tiempos..... | 34 |
| 5.3 Análisis de la información | 34 |
| 6. TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | 35 |
| 6.1 Cronograma..... | 35 |
| 6.2 Descripción de actividades | 36 |

| | |
|--|----|
| 7. DESARROLLO METODOLOGICO..... | 38 |
| 7.1. Identificación de las áreas duras objeto de la prestación del servicio de barrido y limpieza..... | 38 |
| 7.2. Estudio técnico sobre la geometría de los parques y las posibles condiciones de operación para la implementación del barrido mecanizado. | 39 |
| 7.3. Estudio de tiempos y de costos de la prestación del servicio manual y barrido mecanizado. | 44 |
| 7.3.1 Estudio de tiempos | 44 |
| 7.3.1.1. Tiempos de barrido manual..... | 50 |
| 7.3.1.2. Tiempos de barrido mecanizado | 59 |
| 7.3.2. Estudio de costos | 61 |
| 7.3.2.1. Costos de la prestación del servicio manual | 62 |
| 7.3.2.1. Costos de la prestación del servicio mecanizado | 64 |
| 7.4. Propuesta para la prestación del servicio de barrido y limpieza de las áreas públicas, implementando el barrido mecanizado. | 71 |
| 8. RESULTADOS..... | 74 |
| CONCLUSIONES | 79 |
| RECOMENDACIONES..... | 80 |
| REFERENCIAS | 81 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Cronograma de actividades..... | 35 |
| Tabla 2. Relación vehículos de transporte | 44 |
| Tabla 3. Relación máquinas barredoras..... | 48 |
| Tabla 4. Salario Operarios..... | 62 |
| Tabla 5. Costos Dotación y EPP - Barrido Manual | 63 |
| Tabla 6. Elemento de Trabajo - Barrido Manual..... | 63 |
| Tabla 7. Salario Conductor..... | 64 |
| Tabla 8. Costos Dotación y EPP - Barrido Mecanizado | 65 |
| Tabla 9. Costo Mensual de funcionamiento de la máquina barredora..... | 66 |
| Tabla 10. Insumo para la máquina barredora..... | 66 |
| Tabla 11. Calculo de los costos unitarios, prestación del servicio manual de limpieza de áreas públicas..... | 67 |
| Tabla 12. Calculo de los costos unitarios, prestación del servicio mecanizado de limpieza de áreas públicas..... | 68 |
| Tabla 13. Costo Unitario..... | 69 |
| Tabla 14. Comparativo de tiempo y rendimiento | 76 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación de la empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P. | 22 |
| Figura 2. Empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P. | 22 |
| Figura 3. Camioneta de traslado para operarios y herramientas Bloque Libertad | 30 |
| Figura 4. Buseta de traslado para operarios y herramientas Bloque Valle | 31 |
| Figura 5. Registro de Identificación..... | 39 |
| Figura 6. Barredora Mecanizada..... | 40 |
| Figura 7. Instrumentos de medición..... | 41 |
| Figura 8. Borrador de plano de áreas duras | 42 |
| Figura 9. Plano digitalizado | 43 |
| Figura 10. Registro de Condiciones de Operación..... | 43 |
| Figura 11. Ubicación de la Base de Operaciones | 49 |
| Figura 12. Base de Operaciones..... | 49 |
| Figura 13. Medición de Tiempos Operarios | 59 |
| Figura 14. Operario con Dotación Adecuada | 62 |
| Figura 15. Conductor con Dotación Adecuada..... | 65 |
| Figura 16. Comparación de costos | 70 |
| Figura 17. Proporción de parques adecuados para el ingreso y operación | 74 |

GLOSARIO

Estudio de tiempos: técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Área Pública: es aquella destinada al uso, recreo o tránsito público, como parques, plazas, plazoletas y playas, salvo aquellas con restricciones de acceso (Decreto 2981, 2013).

Área de prestación del servicio: Corresponde a la zona geográfica del distrito o municipio debidamente delimitada, donde la persona prestadora ofrece y presta el servicio de aseo, esta deberá consignarse en el contrato de condiciones uniformes (Decreto 2981, 2013).

Barrido y limpieza de vías y áreas públicas: Es el conjunto de actividades que se ejecutan de forma manual o mecánica, tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido o acumulado. Por sus características el proceso de barrido y recolección de los residuos de dicho barrido, hacen parte de la actividad principal de recolección del servicio público domiciliario de aseo. (Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Básico Y Ambiental – RAS, 2009).

Barrido y limpieza mecánica: Es la labor realizada mediante el uso de equipos mecánicos para retirar de las vías y áreas públicas, papeles, hojas, arenilla acumulada y cualquier otro objeto o material (Decreto 2981, 2013).

Eficiencia: Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (RAE, 2014)

Productividad: Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc (RAE, 2014).

RESUMEN

Aseo Urbano S.A.S E.S.P., es una empresa perteneciente al grupo SALA que presta servicios de recolección, transporte de residuos sólidos urbanos, barrido y limpieza de áreas públicas, disposición final de residuos sólidos y biorremediación; dio inicio a sus operaciones en el 2000 en Cúcuta y actualmente opera además en Los Patios y Villa del rosario (Norte de Santander), Yopal (Casanare), Aguachica y pelaya (Cesar). Ofreciendo un servicio de calidad, garantizando el cumplimiento de las normas ambientales siendo así considerada como la empresa líder de aseo del Oriente Colombiano. (1)

Este proyecto de carácter proyectivo, consiste en el estudio técnico y económico del servicio de barrido y limpieza de parques que presta la empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P., iniciando con la identificación de las características principales de los parques para establecer en cuales el ingreso de la maquina barredoras es posible, siguiendo con el estudio de tiempos de la operación en dichos parques, y finalmente hacer un análisis de los costos de operación para lograr optimizar el proceso y hacer más eficiente la prestación del servicio.

Palabras claves

Estudio técnico, estudio económico, costos, optimizar, eficiencia.

INTRODUCCION

El presente proyecto de prácticas empresariales, es desarrollado en la empresa Aseo Urbano S.A.S. E.S.P de la ciudad de Cúcuta, más específicamente en el área operativa, la cual en la constante búsqueda de mejorar la prestación de sus servicios, ha determinado la necesidad de desarrollar nuevas alternativas, tales como han sido la implementación de nuevas tecnologías Barredoras mecanizadas, Accesorios para vehículos recolectores, nuevas metodologías para la presentación de residuos sólidos como contenedores y soterrados las cuales han logrado el objetivo esperado.

El servicio en el cual se enfoca el actual estudio, es el servicio de limpieza y barrido de áreas públicas, en el cual es desarrollado en varias etapas iniciando con la identificación de las áreas de prestación del servicio, estudio técnico para determinar si es viable utilizar las barredoras mecanizadas que actualmente operan en las vías de la ciudad, la medición del trabajo mediante un estudio de tiempo de las rutas de prestación de servicio que permita determinar los tiempos necesarios para su ejecución y finalmente mediante una comparación entre los costos de limpieza manual y mecanizada lograr optimizar el proceso de operación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ASEO URBANO S.A.S E.S.P. ofrece una gama amplia de servicios, ante la necesidad de realizar sus operaciones de forma más rentable sin dejar de ofrecer un trabajo con calidad, constantemente evalúa la forma en que estos son prestados y busca aplicar nuevas técnicas y tecnologías a estos, como por ejemplo la adquisición de nuevos equipos para barrido y podas, nuevos vehículos y accesorios para recolección, y nuevas técnicas para la presentación de residuos en pro de mejorar la productividad en la prestación de sus servicios.

El servicio de barrido y limpieza de áreas públicas no se estaba prestando constantemente por parte de la empresa ya que se manejaba por brigadas especiales en donde al realizar seguimiento de la prestación del servicio se identificaban áreas y/o vías públicas que necesitan atención. A partir de Decreto Número 2981 y la Resolución CRA 720 en sus artículos 52 y 23 respectivamente confieren la responsabilidad del barrido y limpieza a la empresa prestadora del servicio público de aseo en el área de prestación en donde se realice las labores de recolección y transporte, es por eso que se establecieron en la empresa rutas de cumplimiento para este servicio las cuales no cuentan con un estudio de los tiempos de la operación que genere información necesaria para la toma de decisiones, cambios en el proceso y mejoras en la prestación del servicio.

Por otra parte la empresa cuenta con tres barredoras mecanizadas, las cuales han sido utilizadas para el barrido de vías públicas, dicha actividad ha obtenido resultados positivos como mejoras en el rendimiento y eficiencia en el barrido de vías, por lo que observa la necesidad de estudiar la viabilidad de implementar dicho tipo de maquinaria para la prestación del servicio en los parques de la ciudad de Cúcuta donde se espera un resultado similar, optimizando el proceso y reduciendo costos de la operación.

1.1 Formulación del problema

¿Es posible optimizar el servicio de barrido y limpieza de áreas públicas, prestado por la empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P. en la ciudad de Cúcuta?

2. JUSTIFICACIÓN

La empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P. se ha caracterizado por estar comprometida con desarrollo en las ciudades donde realiza su operación y por la innovación en la prestación de sus servicios, es por eso que no se queda atrás en la implementación de nuevas tecnologías que permitan la mejor ejecución de sus actividades.

Ya que la operación de barrido y limpieza de áreas públicas es un proceso nuevo dentro de la prestación del servicio de la empresa y con el fin de mejorar la operación, se pretende estudiar los tiempos actuales de la operación que genere información que permita actualizar el sistema de rutas, además de identificar cuáles son las características que debe cumplir los parques en los que se presta el servicio para el ingreso de la máquina barredora, analizar los costos de la operación para determinar si es rentable para la empresa implementar barrido mecanizado en el servicio, contribuyendo así en la mejora continua con la que está comprometida la empresa y optimizando la operación.

La realización de todas las fases del proyecto es importante puesto que el manual de buenas prácticas de ingeniería para el servicio de aseo urbano especifica “La persona prestadora del servicio ordinario de aseo deberá realizar un estudio de campo, que permita determinar el estado y longitud de las vías y áreas públicas que serán sometidas al proceso de barrido y la cantidad de residuos por kilómetro de cuneta, las micro-rutas y macro-rutas del proceso de barrido. La formación óptima de las cuadrillas y, la minimización de tiempos muertos.” (2)

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar un estudio para la optimización el servicio de barrido y limpieza de áreas públicas, ofrecido por ASEO URBANO S.A.S. E.S.P. en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar las áreas duras objeto de la prestación del servicio de barrido y limpieza.
- ✓ Hacer un estudio técnico sobre la geometría de los parques y las posibles condiciones de operación para la implementación del barrido mecanizado.
- ✓ Realizar un estudio de tiempos y de costos de la prestación del servicio manual y barrido mecanizado.
- ✓ Crear una propuesta viable para la prestación del servicio de barrido y limpieza de las áreas públicas.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEORICO

Optimización

A nivel general, la optimización puede realizarse en diversos ámbitos, pero siempre con el mismo objetivo: mejorar el funcionamiento de algo o el desarrollo de un proyecto a través de una gestión perfeccionada de los recursos. La optimización puede realizarse en distintos niveles, aunque lo recomendable es concretarla hacia el final de un proceso.

Una persona que desea optimizar su tiempo laboral, por ejemplo, puede cambiar la organización de sus actividades, buscar apoyo en la tecnología o trabajar con alguien que le aporte conocimientos complementarios. Si la optimización es exitosa, el sujeto podrá realizar más trabajo en menos tiempo y utilizando menos energías en el proceso. (3)

Estudio Técnico

El estudio técnico comprende todo aquello que tiene relación con el funcionamiento y operatividad del proyecto en el que se verifica la posibilidad técnica de fabricar el producto o prestar el servicio, y se determina el tamaño, localización, los equipos, las instalaciones y la organización requerida para realizar la producción. (4)

Estudio económico

Su objetivo es ordenar y sistematizar la información en función del dinero, que se ha obtenido en los estudios técnicos anteriores para su posterior análisis, del cual estará basada la evaluación económica del proyecto.

Consiste principalmente en la determinación de los costos totales y de la inversión necesaria para el inicio de la implementación, en el estudio económico también van

incluidas variables como la depreciación y o devaluación y la descripción de las características de financiamiento cuando esto aplique. (5)

Estudio de tiempos

Es una técnica que permite determinar un tiempo para ejecutar una actividad, teniendo en cuenta el tipo de trabajo, las fatigas que este requiere, así mismo las demoras que en esta labor se puedan presentar, con ello eliminar los tiempos improductivos y los tiempos muertos. (6)

Objetivos del estudio de tiempos

- Disminuir los tiempos requeridos para ejecutar una operación.
- Minimizar los costos.
- Aumentar la producción y que esta sea de calidad.

Requerimientos del estudio de tiempos

- Para la realización de este estudio, el trabajador debe tener clara la técnica de la labor a ejecutar.
- El método debe estar regido bajo unas normas.
- Las personas implicadas dentro del estudio deben conocer que están siendo evaluados.
- La persona encargada de realizar el estudio debe tener los conocimientos claros y los materiales necesarios.
- Tanto la personas que hacen el análisis como los evaluados deben estar tranquilos, sin presiones.

Métodos:

En el estudio de tiempos existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro, estos son:

- Cronometraje acumulativo y

- Cronometraje con vuelta a cero.

El **cronometraje acumulativo** consiste en hacer funcionar el reloj de forma ininterrumpida durante todo el estudio; se lo pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta finalizar todas las observaciones. Al final de cada elemento el especialista consigna la hora que marca el cronómetro, y los tiempos netos que corresponden a cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas una vez ha finalizado el estudio. La principal ventaja de esta modalidad es que se puede tener la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo se encuentra sometido a observación.

El **cronometraje con vuelta a cero** consiste en tomar los tiempos de manera directa de cada elemento, es decir, al acabar cada elemento se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente. (6)

4.2 MARCO CONTEXTUAL

Se presenta información de la empresa. Tomado de documento PDF Memoria de Sostenibilidad Aseo Urbano 2014-2015 (7)

Aseo Urbano S.A.S E.S.P inicio sus operaciones en el año 2000 en Cúcuta para prestar los servicios de recolección, transporte de residuos sólidos urbanos, barrido y limpieza de áreas públicas. En este año también suscribió el contrato para ejecutar el diseño, construcción y operación del Relleno Sanitario Guayabal, el cual entró en operación en el 2001.

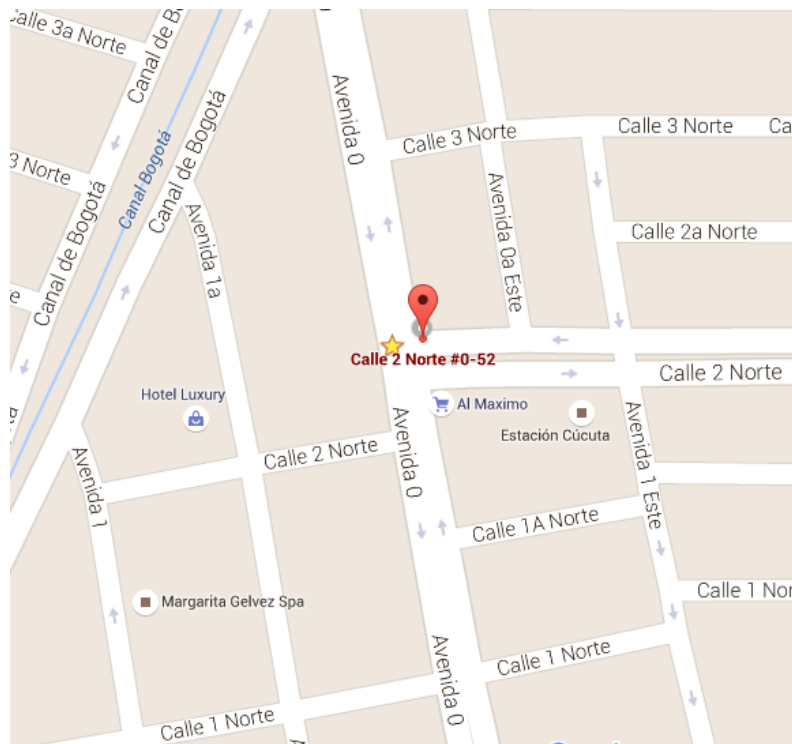
En 2002 incursiono en el manejo integral de residuos peligrosos. Un año más tarde amplio su campo de acción iniciando como operador único para la prestación del servicio en el municipio de Los Patios (Norte de Santander) y consolidándose como la empresa líder de aseo del Oriente Colombiano, llegando también a Casanare.

En 2004 comenzó labores en Villa del Rosario, fortaleciéndose en el área metropolitana de Cúcuta y el año 2007 inicio la prestación del servicio de aseo en el municipio de Aguachica (Cesar).

En el año 2009 participo como operador de los servicios de barrido y limpieza de vías y áreas públicas al igual que en la prestación de los servicios de recolección y transporte de residuos sólidos ordinarios para Aguas del Cesar en diez municipios de ese departamento. En este mismo año se licenció y construyó el relleno sanitario Las Bateas en el Municipio de Aguachica.

En estos últimos años ha logrado la expansión de las operaciones hasta Pelaya-Cesar y la ampliación de su portafolio de servicios al ofrecer la experiencia, tecnologías, profesionales e instalaciones para el tratamiento y disposición temporal y final de los residuos y desechos generados por las diferentes industrias incluyendo el sector petrolero, todo ello en garantía de cumplimiento de las normas ambientales nacionales e internacionales.

Figura 1. Ubicación de la empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P.



Fuente: Google Maps

Figura 2. Empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P.



Fuente: Área de Comunicaciones

4.3 MARCO LEGAL

Se muestra los direccionamientos del DECRETO 2981 por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. (8)

Aspectos generales en la prestación del servicio de aseo

Artículo 3. Principios básicos para la prestación del servicio de aseo. En la prestación del servicio público de aseo, y en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, se observarán los siguientes principios: prestación eficiente a toda la población con continuidad, calidad y cobertura; obtener economías de escala comprobables; garantizar la participación de los usuarios en la gestión y fiscalización de la prestación; desarrollar una cultura de la no basura; fomentar el aprovechamiento; minimizar y mitigar el impacto en la salud y en el ambiente que se pueda causar por la generación de los residuos sólidos.

Artículo 4. Calidad del servicio de aseo. El servicio público de aseo deberá prestarse en todas sus actividades con calidad y continuidad acorde con lo definido en el presente decreto, en la regulación vigente, en el programa de prestación del servicio y en el PGIRS con el fin de mantener limpias las áreas atendidas y lograr el aprovechamiento de residuos.

Artículo 5. Continuidad del servicio. El servicio público de aseo se debe prestar en todas sus actividades de manera continua e ininterrumpida, con las frecuencias mínimas establecidas en este decreto y aquellas que por sus particularidades queden definidas en el PGIRS, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito.

Actividades del servicio público de aseo

Artículo 14. Actividades del servicio público de aseo. Se consideran como actividades del servicio público de aseo, las siguientes: Recolección, transporte,

barrido, limpieza de vías y áreas públicas, transferencia, tratamiento, aprovechamiento, disposición final, lavado de áreas públicas.

Barrido y limpieza de áreas públicas

Artículo 52. Responsabilidad en barrido y limpieza de vías y áreas públicas.

Las labores de barrido y limpieza de vías y áreas públicas son responsabilidad de la persona prestadora del servicio público de aseo en el área de prestación donde realice las actividades de recolección y transporte.

La prestación de este componente en todo caso deberá realizarse de acuerdo con la frecuencia y horarios establecidos en el programa para la prestación del servicio público de aseo, y cumpliendo con las exigencias establecidas en el PGIRS del respectivo municipio o distrito. La determinación de los kilómetros a barrer deberá tener en cuenta las frecuencias de barrido.

En calles no pavimentadas y en áreas donde no sea posible realizar el barrido por sus características físicas, se desarrollarán labores de limpieza manual.

Artículo 53. Acuerdos de barrido y limpieza. Las personas prestadoras deberán suscribir acuerdos de barrido y limpieza en los que se determinen las vías y áreas públicas que cada persona prestadora vaya a atender en el respectivo municipio, sin perjuicio de que en el mismo acuerdo se convenga que solo uno de ellos sea quien atiende la totalidad del área. En los mismos acuerdos se podrá establecer la forma de remunerarse entre los prestadores de las mencionadas actividades.

Artículo 54. Frecuencias mínimas de barrido y limpieza de vías y áreas públicas. La frecuencia mínima de barrido y limpieza del área de prestación a cargo del prestador será de dos (2) veces por semana para municipios y/o distritos de primera categoría o especiales, y de una (1) vez por semana para las demás categorías establecidas en la ley. El establecimiento de mayores frecuencias definidas en el PGIRS para la totalidad del área urbana del municipio y/o distrito o

partes específicas de la misma, deberá ser solicitado por el ente territorial al prestador y su costo será reconocido vía tarifa.

Artículo 55. Establecimiento del horario de barrido y limpieza de vías y áreas públicas. El barrido y limpieza de vías y áreas públicas deberá realizarse en horarios que causen la menor afectación al flujo de vehículos y de peatones.

Artículo 56. Establecimiento de macrorutas y microrutas para el barrido y limpieza de vías y áreas públicas. Las personas prestadoras del servicio público de aseo están obligadas a establecer las macrorutas y microrutas que deben seguir cada una de las cuadrillas de barrido y limpieza de vías y áreas públicas teniendo en cuenta las normas de tránsito, las características físicas del municipio o distrito, así como con las frecuencias establecidas. Esas rutas deberán ser informadas a los usuarios y cumplidas cabalmente por las personas prestadoras del servicio.

Artículo 57. Actividad de barrido y limpieza manual de vías y áreas públicas. Los residuos resultantes de la labor de barrido y limpieza manual de vías y áreas públicas deberán ser colocados en bolsas plásticas, que una vez llenas serán cerradas y ubicadas en el sitio preestablecido para su posterior recolección. Esta actividad incluye la recolección de bolsas de las cestas colocadas en las vías y áreas públicas.

Artículo 60. Equipo para la actividad de barrido manual. El personal operativo para la actividad de barrido manual deberá contar con el equipo necesario para la limpieza, barrido almacenamiento, recolección y el transporte manual de los residuos sólidos, incluidos los elementos de seguridad industrial y salud ocupacional necesarios.

Artículo 61. Actividad de barrido mecánico. Se podrá utilizar barrido mecánico en aquellas calles pavimentadas que por su longitud, estado de las vías, amplitud, volumen de los residuos, tráfico y riesgo de la operación manual ameriten el uso de

este tipo de maquinaria. La descarga de los residuos de barrido mecánico se efectuará en los sitios previamente establecidos en el correspondiente programa de la prestación del servicio público de aseo. El drenaje del agua para aspersion de los mismos obligatoriamente deberá efectuarse antes del pesaje de los vehículos y podrá efectuarse en sumideros, pero en todo caso deberá evitarse el taponamiento de las rejillas.

La persona prestadora del servicio público de aseo deberá retirar de la senda del barrido mecánico todos aquellos residuos que por sus características físicas dificulten su aspiración por el vehículo, debiendo recolectarlos al momento de la realización de esta actividad.

4.4 MARCO NORMATIVO

Se presenta el título F llamado Recolección de residuos, barrido manual y mecánico de vías, limpieza de áreas públicas, cortes y podas en áreas públicas, tomado del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (2)

Rendimiento de barrido y limpieza: El rendimiento de la actividad de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, deberá determinarse con base en la cantidad de kilómetros barridos y el tiempo mensual utilizado por los operarios cuando sea manual o de los equipos cuando sea mecánico.

Horarios de barrido y limpieza: La(s) persona(s) prestadora(s) del servicio domiciliario de aseo deben determinar el horario de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, teniendo en cuenta las características de cada zona, la jornada de trabajo, el clima, las dificultades generadas por la intensidad del tráfico vehicular o peatonal y cualquier otro elemento que pueda tener influencia en la prestación del servicio.

Cuadrilla del proceso de barrido manual y mecánico: La persona prestadora del servicio ordinario de aseo deberá realizar un estudio de campo, que permita determinar el estado y longitud de las vías y áreas públicas que serán sometidas al proceso de barrido y la cantidad de residuos por kilómetro de cuneta, las micro-rutas y macro-rutas del proceso de barrido, la formación óptima de las cuadrillas y, la minimización de tiempos muertos.

Rutas de barrido manual y mecánico: Se deben señalar en un plano las microrrutras con horarios de recolección de residuos presentados por los usuarios. Las macrorrutras de barrido manual y mecánico y de limpieza de áreas públicas, deberán corresponder al área geográfica que la cuadrilla o el equipo mecánico barre en una semana.

4.5 ANTECEDENTES

Se presenta información general de la empresa ASEO URBANO S.AS E.S.P., tomada de la recopilación del Informe de gestión 2014 – 2015 (9)

ASEO URBANO S.AS E.S.P., ofrece los servicios de: recolección y transporte de residuos sólidos, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped, poda de árboles gestión y disposición final de los residuos sólidos ordinarios, industriales, petroleros, peligrosos y hospitalarios.

Cuenta con un total de 167.621 suscriptores, seis veces el número de usuarios atendidos en el servicio integral de aseo en el año 2015 respecto al año de inicio de sus operaciones y un aproximado de 13.460 kilómetros Barridos en promedio mensualmente.

La actividad de barrido y limpieza es el segundo eslabón de la cadena de valor de la empresa y es realizada en cada una de las localidades donde Aseo Urbano S.A.S E.S.P. tiene presencia.

Esta actividad es ejecutada de forma manual y mecánica cumpliendo con la normatividad vigente y con los indicadores de continuidad y calidad exigidos por los organismos de vigilancia.

4.6 ESTADO ACTUAL

El servicio de barrido y limpieza de parques se presta de forma manual con frecuencia variables de intervención, es decir, la limpieza en el parque se programa por solicitud del usuario, por verificación de la necesidad de prestación del servicio o servicio especial solicitado por el ente territorial. En la actualidad existen DOS (2) bloques para la intervención de los parques, siendo estos, bloque libertad y bloque Valle, se cuenta con 6 rutas establecidas, prestadas en días diferentes por cada bloque, las cuales si cumplen con los parámetros de continuidad y cobertura establecidos.

4.6.1. Rutas de barrido y limpieza de áreas públicas

BLOQUE LA LIBERTAD

Ruta 1

Lunes y jueves: Inicia en el parque Arco Iris, Pablo Correa León, Torocoroma, Iglesia Torocorma, La Japonesa, Tabletas Aniversario II, Ballester, Aguas Calientes, Súper Ebenezer (Lineal), Sagrada Familia, La Libertad (Jijon), La Unión, Bocono, y finaliza en el parque Santa Ana. **6:00am a 3:00pm**

Ruta 2

Martes y viernes: Inicia en el parque Torcoroma Central, Torcoroma II, Siglo XXI, Cañofstolo, Nueva Santa Clara, Las Palmas, San Martin, Divino Niño, Aniversario II, Villas del Escobal, Viejo Escobal, El Portal y finaliza en el parque Nuevo Escobal. **6:00am a 3:00pm**

Ruta 3

Miércoles y sábado: Se da inicio en el parque Los Arboles, Las Parabolicas, Santa Monica, Callejas del Este, Velle del Este, Santa Barbara, Villa Camila, Cancha Villa Camila, San Luis y finaliza Camaras de San Luis. **6:00am a 3:00pm**

Combustible: ACPM 18 Galones

Operarios: 7

Figura 3. Camioneta de traslado para operarios y herramientas Bloque Libertad



Fuente: Propia

BLOQUE VALLE

Ruta 1

Lunes y jueves: Se inicia en el parque Amelia, Plaza Fundadores, Magdalena, Galán, Alfonso López, Domingo Pérez, Los Niños, San Rafael, Malecon y finaliza en el parque Francisco de Paula Andrade. **6:00am a 3:00pm**

Ruta 2

Martes y viernes: Se inicia en Cancha la Bombonera, Guaimaralito, Patidronomo Popular, Polideportivo Quinta Oriental, Los Murales de Ceiba, Ceiba, Salesiano, Domingo Sabio, María Auxiliadora, Sagrado Corazón de Jesús, Sayago, Santa Ana, Simón Bolívar y finaliza Plaza de Banderas. **6:00am a 3:00pm**

Ruta 3

Miércoles y sábado: Inicia en el parque Santa Elena, Niza, Princial Niza, Gratamira, Alcalá, La Mar, Patidronomo Gualanday, Guaimaral, San Francisco de Asis, San Eduardo, Ciudad Jardín, Los Acacios, Chancha Los Copetes, Los Pinos,

Centenario, Balancín, Anita y Se finaliza San Eduardo (Maleconcito). **6:00am a 3:00pm**

Combustible: ACPM 20 Galones

Operarios: 10

Figura 4. Buseta de traslado para operarios y herramientas Bloque Valle



Fuente: Propia

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 Tipo de investigación

Se realiza una investigación de carácter proyectiva, en la cual se hace una observación detallada de lo que es la operación puesto que este tipo de investigación necesita de la descripción detallada para poder realizar el análisis y la propuesta. Jacqueline Hurtado comenta: “La investigación proyectiva se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente. La investigación proyectiva involucra creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos; sin embargo, no todo proyecto es investigación proyectiva. Para que un proyecto se considere investigación proyectiva, la propuesta debe estar fundamentada en un proceso sistemático de búsqueda e indagación que requiere la descripción, el análisis, la comparación, la explicación y la predicción.” (9)

5.1.1 Diseño de investigación

Es una investigación de campo como estrategia para recopilar la información del cómo funciona realmente la operación del servicio y obtener los datos necesarios para el análisis.

5.1.2 Población

La población son todos los parques de prestación del servicio de barrido y limpieza correspondiente a la zona oriental de la ciudad, de características no probabilísticas, intencionales debido a la necesidad de determinar la viabilidad de la operación de barredoras mecanizadas en cada uno de estos.

En total son ciento catorce (114) parques, los cuales la empresa ha dividido en dos grupos denominados “bloque valle” y “bloque la libertad” en los cuales se realizó el presente estudio.

La cantidad de parques para el estudio de tiempos disminuirá de acuerdo a lo establecido en la frecuencia de prestación del servicio, ya que se desea analizar las rutas seguidas por los operarios actualmente y sus tiempos de trabajo.

5.1.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Fuentes Primarias**

La información primaria se recolecta a través de la observación directa mediante formatos que permitan recopilar dicha información, el primero corresponde a la información obtenida de la labor de identificación de los parques (Anexo 1: Identificación De Parques), dicha identificación abarca todos los parques dentro del área de prestación del servicio del acuerdo de barrido y limpieza correspondiente a la zona oriental de la ciudad de Cúcuta; formato en el cual se diligencia información general, como el nombre y la dirección; así como información correspondiente a características generales del área dura y de las vías de acceso a este donde adicionalmente se concluye si es adecuado o no para el ingreso y operación de barredora mecanizada.

En el segundo formato (Anexo 2: Condiciones de Operación) el cual se diligenciara en la etapa del estudio de la geometría de las áreas duras a los parques que son viables para el ingreso de barredora mecanizada, en donde se especifican las características de las áreas duras del parque en cuestión: metros cuadrados de extensión, coordenadas para la ubicación vía GPS, y observaciones sobre obstáculos y demás condiciones operativas que pudieran afectar las labores de barrido mecanizado.

Los tiempos de los operarios para el estudio de la situación actual de la prestación del servicio se registraran en un tercer formato (Anexo 3. Medición de Tiempos), incluye los tiempos de transporte, operación, traslado en las rutas seguidas por los operarios y calidad el servicio.

Además de la medición de los tiempos de la barredora mecanizada en los parques donde la operación de la misma fue encontrada como viable (Anexo 4. Reporte de Ruta Barredora).

- **Fuentes Secundarias**

La primera fuente secundaria, es la lista de parques donde se presta el servicio, a suministrar por la empresa donde están registradas las direcciones, además de los estudios de rendimiento de las barredoras mecanizadas y la información del área operativa que sea necesaria de la cual se basara el diseño de los formatos de identificación y análisis geométrico de áreas duras de los parques.

5.2 Pasos para el estudio de tiempos

1. Llevar un registro de la información de la tarea, del operario y de las condiciones que influyan en el trabajo para el proceso de barrido y limpieza de áreas públicas.
2. Número de ciclos de trabajo que deben cronometrarse para cada elemento de trabajo.
3. Realizar el número requerido de observaciones.
4. Calcular el tiempo de ciclo para cada elemento del trabajo.
5. Calcular el tiempo normal para cada elemento del trabajo
6. Calcular el tiempo estándar para cada elemento del trabajo.

5.3 Análisis de la información

La primera parte de información se maneja mediante filtros consecutivos, posterior a la identificación de parques, el número de parques objetivo es reducido, dejando solo los parques accesibles por la barredora mecanizada como objeto de estudio. Luego de esto se evalúa si los parques son adecuados para la operación de la barredora mecanizada.

Para el estudio de tiempos se trabajaran con las rutas actuales, finalmente el análisis de toda la información para calcular la productividad proyectada con la implementación de barredoras mecanizadas, comparar esta con el estado de la operación actual y concluir.

6. TAREAS Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

6.1 Cronograma

Tabla 1. Cronograma de actividades

| 1 Identificar las áreas duras objeto de la prestación del servicio de barrido y limpieza. | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 2 Hacer un estudio técnico sobre la geometría de los parques y las posibles condiciones de operación para la implementación del barrido mecanizado. | | | | | | | | | | | | |
| 3 Realizar un estudio de tiempos y de costos de la prestación del servicio manual y barrido mecanizado. | | | | | | | | | | | | |
| 4 Crear una propuesta viable para la prestación del servicio de barrido y limpieza de las áreas públicas. | | | | | | | | | | | | |
| 5 Informe final | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Propia

6.2 Descripción de actividades

1. Identificar las áreas duras objeto de la prestación del servicio de barrido y limpieza.

Esta primera actividad consistes en:

- Recolección de información preliminar
 - Diseño de herramientas para la recolección de información
 - Visitas de identificación
 - Elaboración del informe de identificación
2. Hacer estudio técnico sobre la geometría de los parques y las posibles condiciones de operación para la implementación del barrido mecanizado.

Para esta segunda actividad se realizara un estudio de la geometría de los parques: zonas verdes, dimensiones, metros cuadrados de las áreas duras, entre otras características para determinar finalmente la viabilidad de la operación de las barredoras en dichos parques.

3. Realizar un estudio de tiempos y de costos de la prestación del servicio manual y barrido mecanizado.

Esta medición se realizara desde la salida de los operarios a la Base de operaciones hasta el final de la operación de limpieza y barrido. Se tomaran los tiempos del proceso de barrido realizado por los operarios y la maquina en los parques en donde la operación de la maquina es viable. Con toda la información recolectada se realizara un estudio económico de los costos que implicaría la operación de la maquina teniendo en cuenta aspectos de la misma tales como: Eficiencia de barrido (Km/día), capacidad de la unidad de almacenamiento, consumo de insumos (Cepillos y rodillos). Se realizara una comparación para identificar los beneficios

económicos de implementar la máquina barredora en los parques ya destacados como viables.

4. Crear una propuesta viable para la prestación del servicio de barrido y limpieza de las áreas públicas.

Se crear nuevas rutas para los parques hallados viables para el ingreso y operación de la máquina barredora, en donde se muestre la secuencia a seguir y el tiempo determinado para el proceso de barrido y limpieza.

5. Informe final

En esta última actividad se dará a conocer los resultados obtenidos al área de operaciones de la empresa ASEO URBANO S.A.S E.S.P, la optimización del proceso y beneficios económicos que se obtendrían.

7. DESARROLLO METODOLOGICO

7.1. Identificación de las áreas duras objeto de la prestación del servicio de barrido y limpieza.

Comprende la recolección de toda la información necesaria para iniciar las labores de identificación de áreas públicas, tal información está contenida en la lista de parques, (Anexo 5, Lista de Parques), donde se encuentran los nombres y las direcciones de todos los parques dentro del área de prestación del servicio del acuerdo de barrido y limpieza correspondiente a la zona oriental de la ciudad de Cúcuta.

Se diseña y aplica el formato para la recolección de información inicial (Anexo 1). El formato de Identificación de parques, las primeras dos (2) casillas están destinadas a identificar el área pública con su nombre y dirección, las siguientes tres (3) casillas están diseñadas para registrar información correspondiente a características determinantes para el acceso y operación, como lo son accesos, aceras y características del área dura, donde se especifican medidas de ancho y también se registra la existencia de obstáculos que comprometan la maniobrabilidad ante la operación de barredoras mecanizadas. Posteriormente se registran las observaciones donde se especifica si el parque es adecuado o no para el acceso y operación, las conclusiones son soportadas en el registro fotográfico.

Figura 5. Registro de Identificación

| FICHA TÉCNICA | |
|-------------------------------|---|
| NOMBRE | Polideportivo Quinta Oriental |
| DIRECCION | Av. 9E Cil. 1 y 1N Quinta Oriental |
| ACCESO | Rampa de 2m de ancho en una de sus esquinas. |
| ACERAS | Aceras de más de 2m de ancho, en algunas zonas se encuentran obstruidas por árboles y postes de luz. |
| CARACTERISTICAS DEL AREA DURA | Las áreas duras de este parque corresponden principalmente a la zona de los biosaludables, los espacios alrededor de las canchas y la plazoleta de los juegos infantiles. |
| OBSERVACIONES | Este parque es adecuado para la operación de barredoras mecanizadas. |



Fuente: Propia

Una vez visitados todos los parques dentro del área de prestación del servicio de barrido y limpieza (Anexo 5, Listado de parques, donde están resaltados en color amarillo, los que fueron considerados como adecuados), se elaboró el informe de identificación de parques, que es el conjunto de toda la información recopilada en el formato de identificación de parques.

7.2. Estudio técnico sobre la geometría de los parques y las posibles condiciones de operación para la implementación del barrido mecanizado.

Se consultó información acerca de las limitaciones de accesibilidad de las barredoras mecanizadas que permitieran determinar si el parque es viable. Las barredoras solo pueden ascender niveles menores o iguales a 15 cm debido a la altura de los cepillos, los cuales se encuentran expuestos en la parte frontal de las mismas, las dimensiones de las barredoras mecanizadas (1,5m de ancho, 4m de fondo y 2,2 de altura) y basados en dichas dimensiones se establecieron dimensiones seguras de operación de tal manera que el ancho de las rampas y accesos debe ser mayor o igual a 2m de ancho, no deben existir obstrucciones a

menos de 2,2m de altura y debe asegurarse que la barredora opere en un entorno que no represente problemas para realizar giros, debido a sus 4m de fondo.

Figura 6. Barredora Mecanizada



Fuente: Área de comunicaciones.

Se diseña y aplica (Anexo 2) el formato de Condiciones de operación cuenta con dos (2) primeras casillas de identificación, destinadas a contener información correspondiente al nombre del parque y sus coordenadas de georreferenciación, en seguida se pueden observar tres (3) casillas adicionales, que tienen como objetivo describir la forma en que están conformadas las áreas duras, registrar las dimensiones del parque y los posibles obstáculos, y por último, concluir si este es viable o no para la operación de barredoras mecanizadas.

Labor realizada mediante el apoyo logístico del área de operaciones en materia de transporte y suministró los instrumentos de medición necesarios para el desarrollo del proyecto (un odómetro digital, y un fluxómetro) los cuales pueden ser observados.

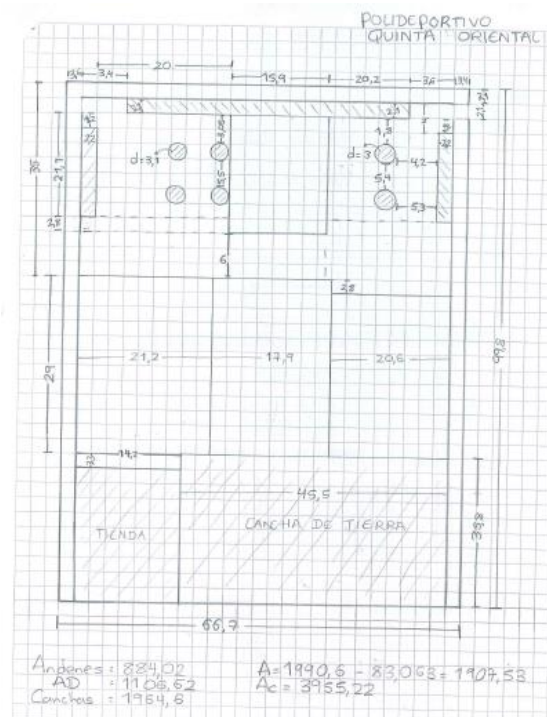
Figura 7. Instrumentos de medición



Fuente:https://www.google.com.co/imghp?hl=es&tab=wi&ei=mCBiV6K_Mcy3et27ucgJ&ved=0EKouCBMoAQ

Luego de haber determinado cuales parques son adecuados para la utilización de barredoras mecanizadas, se procede a iniciar las visitas en compañía del Analista Gis para la medición de la extensión de áreas duras en cada uno de estos. Es importante este estudio técnico ya que nos permite tener una visión clara de cómo es la estructura del parque, obstáculos que existan y así tener certeza de que en el momento de la operación de la máquina barredora esta no va a sufrir daños.

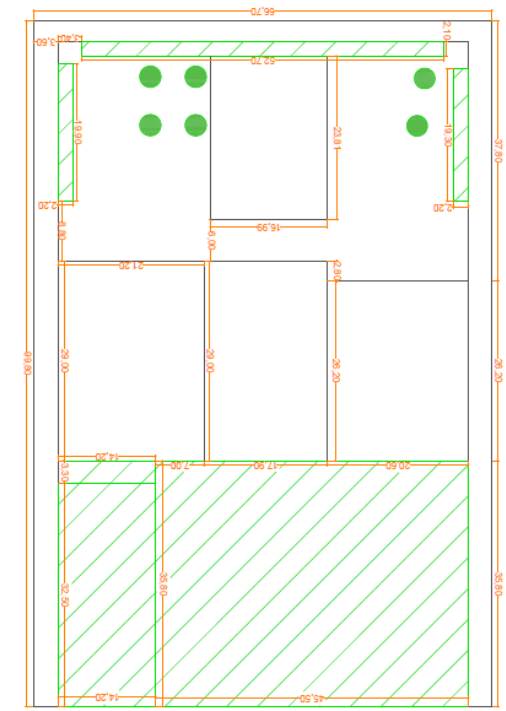
Figura 8. Borrador de plano de áreas duras



Fuente: Propia

Después de tener un borrador del parque en cuestión, con sus respectivas acotaciones, se calculan los m² de área dura, y una vez realizado esto, se procede a llenar el formato de condiciones de operación. Posteriormente, el borrador del plano es digitalizado por la Analista SIG de la empresa quien es la encargada de todo lo relacionado con los planos y las rutas, y su representación en la plataforma utilizada por la empresa. Se resaltan las áreas blandas que se excluyen de la actividad de barrido.

Figura 9. Plano digitalizado



Fuente: Analista SIG

Figura 10. Registro de Condiciones de Operación

| FICHA TÉCNICA | |
|--------------------------------------|--|
| NOMBRE | Polideportivo Quinta Oriental |
| COORDENADAS | 7.898611, -72.492819 |
| CARACTERÍSTICAS DEL AREA DURA | Este parque posee una extensa área dura, compuesta por 2 canchas de microfútbol y 2 canchas de baloncesto, así como también posee una zona de recreación infantil. Y una de máquinas biosaludables. |
| CONDICIONES DE OPERACIÓN | Este parque posee 3955 m ² de extensión de áreas duras. Parte de las aceras de entre 3,1m y 3,6m de ancho, se encuentran obstruidas por árboles y postes de luz, lo que dificultaría el tránsito de barredoras mecanizadas por estas zonas. |
| CONCLUSION | Este parque es viable para la operación de barredoras mecanizadas. |

Fuente: Propia

7.3. Estudio de tiempos y de costos de la prestación del servicio manual y barrido mecanizado.

7.3.1 Estudio de tiempos

Información de la tarea:

- **Proceso de transporte:** para dar inicio y finalización a la prestación del servicio se transportan los operarios de la base de operaciones al lugar donde se inicia la ruta y al finalizar la ruta de regreso la base de operaciones.
- **Proceso de operación:** esta tarea consiste en el barrido y limpieza de las áreas públicas dentro de la prestación de servicio de la empresa.
- **Proceso de traslado:** es el proceso de transporte de los operarios y sus herramientas de un parque a otro siguiendo la ruta establecida.

Información del operario:

La brigada está conformada por diecisiete (17) operarios, siete (7) operarios para el bloque La Libertad y diez (10) operarios destinados al bloque Valle.

Información los vehículos de transporte:

Tabla 2. Relación vehículos de transporte

| LICENCIA | PLACA | MARCA | MODELO | LINEA | CILINDRAJE |
|--------------|--------|--------|--------|---------|------------|
| 10007244562 | DGZ748 | TOYOTA | 2014 | HILUX | 2.494 |
| 100005774742 | THZ107 | JAC | 2012 | HK6738G | 3.800 |

| CLASE DE VEHICULO | COLOR | COMBUSTIBLE | CAPACIDAD Kg/PS |
|-------------------|--------------|-------------|-----------------|
| CAMIONET A | DOBLE CABINA | DIESEL | 1000-5 |
| BUSETA | BLANCO | DIESEL | 16 |

Fuente: Licencia de transito de los vehículos

Descripción del método barrido y limpieza de áreas públicas.

- ✓ Tiempo operación: Es el tiempo que dura el servicio de barrido y limpieza de los parques, se observa que al iniciar la jornada la operación se realiza con entusiasmo buscando realizar la tarea de la mejor forma posible pero después de la mitad de la jornada se observa que se realizan las actividades tratando de cumplir la ruta con rapidez.
- ✓ Tiempo de transporte y traslado: Es el tiempo en el que los vehículos trasladan a los operarios de la base de operaciones, de un parque a otro de acuerdo a la ruta establecida y al finalizar la jornada de regreso a la base de operaciones.
- ✓ Tiempo muerto: Comprende los tiempos de salida de la base de operación, descanso y otros tiempos tomados por los operarios.

Para el análisis de la operación se realizaran 3 observaciones para cada una de las seis (6) rutas.

Se realizó la medición con el método de cronometro a cero, el registro de la información se hace en el siguiente formato (Anexo 3. Medición de tiempos).

Observadora: América Elizabeth Ramírez Moncada

Bloque: _____

Fecha: _____

Ruta: _____

Salida de BASE: _____

Llegada a BASE: _____

| N° | NOMBRE DEL PARQUE | TT | TO | CANTIDAD DE BOLSAS |
|-----------|--------------------------|-----------|-----------|---------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |

OBSERVACIONES: _____

Para el estudio de tiempos de barredora mecanizada no se hace necesaria la elaboración de un formato ya que se hace el seguimiento de la operación a través del reporte de ruta de barredora, registro de operación que es utilizado en la empresa con código MPV-02-R-05-1. (Anexo 4)

Y para la operación de barrido mecanizado se debe tener en cuenta además el proceso de descargue y el tiempo del mismo.

- **Proceso de descargue:** Es depósito de los residuos sólidos acumulados en la máquina, que son depositados en la base de operaciones.

- ✓ **Tiempo de descargue:** Comprende el tiempo en donde se traslada la maquina hasta la base de operaciones, se hace el descargue de los residuos y se regresa al área pública correspondiente.

Información de máquinas barredoras:

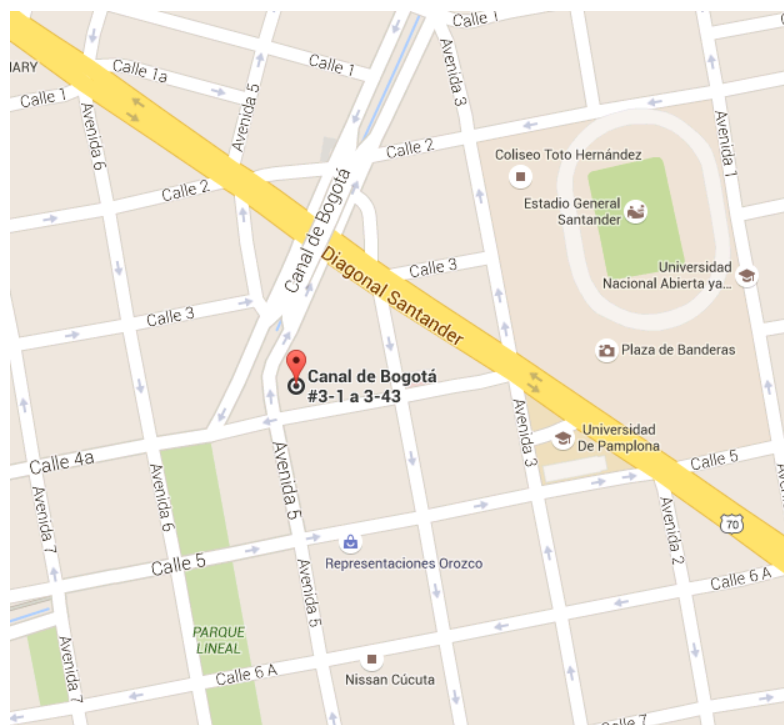
Tabla 3. Relación máquinas barredoras

| CODIGO | REGISTRO | TIPO DE MAQUINA | CLASE | MARCA | AÑO | LINEA | COLOR |
|---------------|-----------------|------------------------|----------------------|--------------|------------|----------------|------------------------------|
| BM-01 | MI008659 | INDUSTRIAL | MAQUINA BARREDORA | MATHIEU | 2014 | AZURA MC200 | BLANCO Y GRIS |
| BM-02 | MI019772 | INDUSTRIAL | MAQUINA BARREDORA | MATHIEU | 2014 | AZURA MC200 | BLANCO Y GRIS |
| BM-03 | MI027861 | INDUSTRIAL | MAQUINA BARREDORA | MATHIEU | 2015 | AZURA MC200 | BLANCO AMALFI CON GRIS |

Fuente: Tarjeta de Registro de Maquinaria

Las barredoras sin accesorios tienen un peso de 3350 kilogramos y medidas de 2,096 metros de alto, 1,280 metros de ancho y 3,845 metros de largo.

Figura 11. Ubicación de la Base de Operaciones



Fuente: Google Maps

Figura 12. Base de Operaciones



Fuente: Área de Comunicaciones

7.3.1.1. Tiempos de barrido manual

Se presenta el resumen de cada una de las mediciones realizadas para la operación manual de barrido y limpieza de áreas públicas, en las rutas correspondientes por bloques.

MEDICIONES BLOQUE LA LIBERTAD

RUTA 1

Fecha: 25/04/2016

Salida de BASE: 06:20 am

Llegada a BASE: 03:25 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 86,07 | 1,43 | 15,94 |
| Operación | 263,85 | 4,40 | 48,86 |
| Traslado | 65,89 | 1,10 | 12,20 |
| Muerto | 124,19 | 2,07 | 23,00 |

Fecha: 02/05/2016

Salida de BASE: 06:35 am

Llegada a BASE: 03:47 pm

| | | | |
|-------------------|--------|------|-------|
| Transporte | 89,24 | 1,49 | 16,53 |
| Operación | 282,23 | 4,70 | 52,26 |
| Traslado | 78,01 | 1,30 | 14,45 |
| Muerto | 90,52 | 1,51 | 16,76 |

Fecha: 05/05/2016

Salida de BASE: 06:27 am

Llegada a BASE: 03:39 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 63,40 | 1,06 | 11,74 |
| Operación | 300,97 | 5,02 | 55,74 |
| Traslado | 78,31 | 1,31 | 14,50 |
| Muerto | 97,32 | 1,62 | 18,02 |

RUTA 2

Fecha: 26/04/2016

Salida de BASE: 06:30 am

Llegada a BASE: 03:39 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 69,62 | 1,16 | 14,50 |
| Operación | 281,81 | 4,70 | 58,71 |
| Traslado | 76,67 | 1,28 | 15,97 |
| Muerto | 111,90 | 1,87 | 23,31 |

Fecha: 03/05/2016

Salida de BASE: 06:37 am

Llegada a BASE: 03:32 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 70,02 | 1,17 | 14,59 |
| Operación | 275,72 | 4,60 | 57,44 |
| Traslado | 97,27 | 1,62 | 20,26 |
| Muerto | 96,99 | 1,62 | 20,21 |

Fecha: 06/05/2016

Salida de BASE: 06:33 am

Llegada a BASE: 03:40 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 68,71 | 1,15 | 14,31 |
| Operación | 281,48 | 4,69 | 58,64 |
| Traslado | 92,22 | 1,54 | 19,21 |
| Muerto | 97,59 | 1,63 | 20,33 |

RUTA 3

Fecha: 27/04/2016

Salida de BASE: 06:46 am

Llegada a BASE: 03:37 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 55,47 | 0,92 | 10,27 |
| Operación | 304,40 | 5,07 | 56,37 |
| Traslado | 67,14 | 1,12 | 12,43 |
| Muerto | 112,99 | 1,88 | 20,92 |

Fecha: 04/05/2016

Salida de BASE: 06:36 am

Llegada a BASE: 03:39 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 59,15 | 0,99 | 10,95 |
| Operación | 290,35 | 4,84 | 53,77 |

| | | | |
|-----------------|--------|------|-------|
| Traslado | 66,21 | 1,10 | 12,26 |
| Muerto | 124,29 | 2,07 | 23,02 |

Fecha: 07/05/2016

Salida de BASE: 06:34 am

Llegada a BASE: 03:28 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 63,99 | 1,07 | 11,85 |
| Operación | 299,22 | 4,99 | 55,41 |
| Traslado | 95,01 | 1,58 | 17,59 |
| Muerto | 81,78 | 1,36 | 15,14 |

MEDICIONES BLOQUE VALLE

ruta 1

Fecha: 16/05/2016

Salida de BASE: 06:25 am

Llegada a BASE: 03:32 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 50,47 | 0,84 | 9,35 |
| Operación | 352,72 | 5,88 | 65,32 |
| Traslado | 47,47 | 0,79 | 8,79 |
| Muerto | 89,34 | 1,49 | 16,54 |

Fecha: 23/05/2016

Salida de BASE: 06:45 am

Llegada a BASE: 03:42 pm

| | | | |
|-------------------|--------|------|-------|
| Transporte | 48,81 | 0,81 | 9,04 |
| Operación | 346,08 | 5,77 | 64,09 |
| Traslado | 49,74 | 0,83 | 9,21 |
| Muerto | 95,37 | 1,59 | 17,66 |

Fecha: 09/06/2016

Salida de BASE: 06:48 am

Llegada a BASE: 03:36 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 43,91 | 0,73 | 8,13 |
| Operación | 344,94 | 5,75 | 63,88 |
| Traslado | 42,77 | 0,71 | 7,92 |
| Muerto | 108,38 | 1,81 | 20,07 |

RUTA 2

Fecha: 17/05/2016

Salida de BASE: 06:31 am

Llegada a BASE: 03:34 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 22,72 | 0,38 | 4,21 |
| Operación | 387,30 | 6,46 | 71,72 |
| Traslado | 47,32 | 0,79 | 8,76 |
| Muerto | 82,66 | 1,38 | 15,31 |

Fecha: 24/05/2016

Salida de BASE: 06:36 am

Llegada a BASE: 03:29 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 23,82 | 0,40 | 4,41 |
| Operación | 381,00 | 6,35 | 70,56 |
| Traslado | 43,44 | 0,72 | 8,04 |
| Muerto | 91,74 | 1,53 | 16,99 |

Fecha: 10/06/2016

Salida de BASE: 06:44 am

Llegada a BASE: 03:53 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 28,52 | 0,48 | 5,28 |
| Operación | 400,17 | 6,67 | 74,11 |
| Traslado | 44,22 | 0,74 | 8,19 |
| Muerto | 67,09 | 1,12 | 12,42 |

RUTA 3

Fecha: 18/05/2016

Salida de BASE: 06:33 am

Llegada a BASE: 03:47 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 28,08 | 0,47 | 5,20 |
| Operación | 411,08 | 6,85 | 76,13 |
| Traslado | 38,45 | 0,64 | 7,12 |

| | | | |
|---------------|-------|------|-------|
| Muerto | 62,39 | 1,04 | 11,55 |
|---------------|-------|------|-------|

Fecha: 25/05/2016

Salida de BASE: 06:42 am

Llegada a BASE: 03:44 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 24,87 | 0,41 | 4,61 |
| Operación | 423,47 | 7,06 | 78,42 |
| Traslado | 36,61 | 0,61 | 6,78 |
| Muerto | 55,05 | 0,92 | 10,19 |

Fecha: 11/06/2016

Salida de BASE: 06:37 am

Llegada a BASE: 03:41 pm

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 28,91 | 0,48 | 5,35 |
| Operación | 402,56 | 6,71 | 74,55 |
| Traslado | 36,33 | 0,61 | 6,73 |
| Muerto | 72,20 | 1,20 | 13,37 |

Se presenta el resumen de los tiempos normales, el tiempo estándar y porcentaje de cada proceso por ruta para la operación de barrido mecanizado.

BLOQUE LA LIBERTAD

RUTA 1

NT= 7,87 horas

ST (% tiempo total)= 9,26 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 9,05 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 87,53 | 1,46 | 16,21 |
| Operación | 310,59 | 5,18 | 57,52 |
| Traslado | 74,07 | 1,23 | 13,72 |
| Muerto | 67,82 | 1,13 | 12,56 |

RUTA 2

NT= 7,88 horas

ST (% tiempo total)= 9,27 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 9,06 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 76,40 | 1,27 | 15,92 |
| Operación | 307,64 | 5,13 | 64,09 |
| Traslado | 88,72 | 1,48 | 18,48 |
| Muerto | 67,25 | 1,12 | 14,01 |

RUTA 3

NT= 7,69 horas

ST (% tiempo total)= 9,04 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 8,84 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 66,67 | 1,11 | 12,35 |
| Operación | 327,79 | 5,46 | 60,70 |
| Traslado | 66,65 | 1,11 | 12,34 |

| | | | |
|---------------|-------|------|-------|
| Muerto | 78,89 | 1,31 | 14,61 |
|---------------|-------|------|-------|

BLOQUE VALLE

RUTA 1

NT= 8,03 horas

ST (% tiempo total)= 9,45 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 9,24 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|--------------|------------|-------|
| Transporte | 52,50 | 0,88 | 9,72 |
| Operación | 382,70 | 6,38 | 70,87 |
| Traslado | 46,66 | 0,78 | 8,64 |
| Muerto | 58,13 | 0,97 | 10,77 |

RUTA 2

NT= 8,35 horas

ST (% tiempo total)= 9,82 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 9,60 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|--------------|------------|-------|
| Transporte | 27,52 | 0,46 | 5,10 |
| Operación | 428,44 | 7,14 | 79,34 |
| Traslado | 44,99 | 0,75 | 8,33 |
| Muerto | 39,05 | 0,65 | 7,23 |

RUTA 3

NT= 8,68 horas

ST (% tiempo total)= 10,21 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 9,98 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 30,02 | 0,50 | 5,56 |
| Operación | 453,61 | 7,56 | 84,00 |
| Traslado | 37,13 | 0,62 | 6,88 |
| Muerto | 19,25 | 0,32 | 3,56 |

Figura 13. Medición de Tiempos Operarios



Fuente: Propia

7.3.1.2. Tiempos de barrido mecanizado

Para las mediciones de tiempo para la máquina barredora se determinaron unas rutas con una muestra de áreas públicas viables, las cuales se han venido operando en las rutas estudiadas en el Bloque Valle para poder realizar comparaciones de tiempo y rendimiento de la operación.

Se realizaron dos (2) mediciones en donde el objetivo era verificar si efectivamente la operación se realizaba sin ningún inconveniente, a continuación se presenta el resumen de los tiempos normales, el tiempo estándar y porcentaje de cada proceso por ruta para la operación de barrido mecanizado. (Anexo 8)

RUTA 1

NT= 7,67 horas

ST (% tiempo total)= 8,52 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 8,44 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|------------|--------------|------------|-------|
| Transporte | 40,00 | 0,67 | 8,33 |
| Operación | 316,80 | 5,28 | 66,00 |
| Traslado | 48,50 | 0,81 | 10,10 |
| Descargue | 55,00 | 0,92 | 11,46 |
| Muerto | 19,70 | 0,33 | 4,10 |

RUTA 2

NT= 7,95 horas

ST (% tiempo total)= 8,83 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 8,75 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|------------|--------------|------------|-------|
| Transporte | 40,00 | 0,67 | 8,33 |
| Operación | 328,05 | 5,47 | 68,34 |
| Traslado | 74,00 | 1,23 | 15,42 |
| Descargue | 35,00 | 0,58 | 7,29 |
| Muerto | 2,95 | 0,05 | 0,61 |

RUTA 3

NT= 5,17 horas

ST (% tiempo total)= 5,74 horas

ST (% tiempo de trabajo)= 5,68 horas

| | Tiempo (Min) | Tiempo (H) | % |
|-------------------|---------------------|-------------------|----------|
| Transporte | 43,00 | 0,72 | 10,24 |
| Operación | 218,08 | 3,63 | 51,92 |
| Traslado | 26,00 | 0,43 | 6,19 |
| Descargue | 23,00 | 0,38 | 5,48 |
| Muerto | 169,93 | 2,83 | 40,46 |

7.3.2. Estudio de costos

Se realizó la recopilación de los elementos, insumos, herramientas utilizadas para la prestación del servicio manual de limpieza de los parques en el área de prestación de servicio. Identificando los costos para cada uno de estos.

7.3.2.1. Costos de la prestación del servicio manual

Salario

En la actualidad al operario por su labor de barrido y limpieza se le cancela el valor de:

Tabla 4. Salario Operarios

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Salario | \$689.455 |
| Subsidio de transporté | \$77.700 |
| Salario Base | \$767.155 |
| Prestaciones | \$164.230 |
| Seguridad Social | \$127.108 |
| Costo Total | \$1.058.493 |

Fuente: Talento Humano

Dotación y Elementos de Protección Personal

Figura 14. Operario con Dotación Adecuada



Fuente: Componente SST

Tabla 5. Costos Dotación y EPP - Barrido Manual

| Elemento | Costo IVA Incluido | Renovación |
|-----------------|---------------------------|---|
| Overol | \$60.136,00 | 3 dotaciones al año, 2 overoles por dotación |
| Botas | \$45.588,00 | 3 dotaciones al año |
| Guantes | \$10.435,00 | 2 pares mensuales |
| Gafas | \$4.677,00 | 1 cada 3 meses |
| Mascarillas | \$2.129,00 | 8 mensuales |

Fuente: Componente SST

Herramientas e Insumos

Tabla 6. Elemento de Trabajo - Barrido Manual

| Elemento | Costo IVA Incluido | Renovación |
|--------------------|---------------------------|---|
| Bolsas 65x80 | \$187,57 | 40-100 bolsas por ruta |
| Cepillos (Escobas) | \$7.559,72 | 1 cada 2 meses |
| Recogedor | \$38.280 | 1 al año |
| Rastrillo | \$6.032 | 1 cada 3 meses |
| Palines | \$10.907,03 | 1 cada 3 meses |
| Cabo | \$1.955,76 | 1 por cada escoba, recogedor y rastrillo |
| Cono | \$36.000 | 1 al año |

| | | |
|--------------------|-----------|---------------|
| Carrito de Barrido | \$556.800 | 1 cada 2 años |
|--------------------|-----------|---------------|

Fuente: Compras

7.3.2.1. Costos de la prestación del servicio mecanizado

Salario

Para el conductor asignado a la barredora mecanizada se le cancela un valor de:

Tabla 7. Salario Conductor

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Salario | \$1.029.047 |
| Subsidio de transporté | \$77.700 |
| Salario Base | \$1.106.747 |
| Prestaciones | \$238.363 |
| Seguridad Social | \$189.715 |
| Costo Total | \$1.534.825 |

Fuente: Talento Humano

Dotación y Elementos de Protección Personal

Figura 15. Conductor con Dotación Adecuada.



Fuente: Componente SST

Tabla 8. Costos Dotación y EPP - Barrido Mecanizado

| Elemento | Costo IVA Incluido | Renovación |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------|
| Botas con puntera | \$45.588,00 | 3 dotaciones al año |
| Camisa en drill manga larga | \$34.108,60 | 3 dotaciones al año |
| Jean pre lavado color azul | \$26.089,70 | 3 dotaciones al año |
| Gafas | \$4.677,00 | 1 cada 3 meses |
| Mascarilla | \$2.129,00 | 8 mensuales |
| Guantes | \$10.435,00 | 2 pares mensuales |

Fuente: Componente SST

Herramientas e Insumos

Para el buen funcionamiento de las máquinas barredoras mensualmente es necesario:

Tabla 9. Costo Mensual de funcionamiento de la máquina barredora

| Costos mensuales | |
|------------------------------|-----------------|
| Repuestos | \$15.413.566,00 |
| Cajas compactadoras | \$1.266.262,00 |
| Llantas y neumáticos | \$1.541.015,00 |
| Otros elementos y materiales | \$183.866,60 |
| Lubricantes | \$16.108.041,00 |
| Latonería y pintura | \$203.389,66 |

Fuente: Área de Mantenimiento

Además la barredora consume aproximadamente:

Tabla 10. Insumo para la máquina barredora

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| Agua | 1320 litros | \$15.413.566,00 |
| ACPM | 150 Galones | \$1.266.262,00 |

Fuente: Área de Mantenimiento

Al contar con la información de costos para la prestación de servicio, necesaria para la modelación de los costos unitarios, software que la empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P., utiliza para analizar los costos de los servicios prestados. Se procede a ejecutar la modelación, consistente en, cuantificar los costos de prestación directa desglosados por personal, transporte, directos y otros costos, (Tablas 10 y 11).

El costo de personal está compuesto por; sueldos y prestaciones, seguridad industrial, horas extras y dotación. El costo de transporte está compuesto por los transportes de apoyo requeridos para la prestación del servicio. El costo directo, incluye bolsas y herramientas.

Tabla 11. Calculo de los costos unitarios, prestación del servicio manual de limpieza de áreas públicas.

| BARRIDO Y LIMPIEZA [A201] METROPOLITANA CUCUTA | | MAYO 2015 | | Presupuesto Mes | | MAYO 2016 | | Var 2015-2016 | Var Pres-Ejec |
|--|------------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|--------------|--------|------------------|------------------|
| Kilómetros Barridos | 11.678,00 | | 11.923,72 | | 12.375,00 | | 6,0% | 3,8% | |
| Empresa | 100,00% | 11.678,00 | 100,00% | 11.923,72 | 100,00% | 12.375,00 | 6,0% | 3,8% | |
| Contratistas | 0,00% | 0,00 | 0,00% | 0,00 | 0,00% | 0,00 | | | |
| Ingresos Prestación Directa | \$ 27.340 | | \$ 29.152 | | \$ 30.118 | | 10,2% | 3,3% | |
| Costos Prestación Directa | \$ 17.707 | | \$ 19.189 | | \$ 17.823 | | 0,7% | -7,1% | |
| Personal | \$ 15.409 | 56,4% | \$ 15.816 | 54,3% | \$ 15.302 | 50,8% | -0,7% | -3,3% | |
| Sueldos y Prestaciones | \$ 14.595 | 53,4% | \$ 15.260 | 52,3% | \$ 14.780 | 49,1% | 1,3% | -3,1% | |
| Seguridad Industrial | \$ 554 | 2,0% | \$ 550 | 1,9% | \$ 124 | 0,4% | -77,7% | -77,5% | |
| Horas Extras | \$ 19 | 0,1% | \$ 6 | 0,0% | \$ 72 | 0,2% | 288,2% | 1199,1% | |
| Dotación | \$ 242 | 0,9% | \$ 0 | 0,0% | \$ 326 | 1,1% | 34,8% | | |
| Transporte | \$ 360,47 | 1,3% | \$ 428,11 | 1,5% | \$ 399 | 1,3% | 10,6% | -6,9% | |
| Transporte de Apoyo | \$ 360 | 1,3% | \$ 428 | 1,5% | \$ 399 | 1,3% | 10,6% | -6,9% | |
| Directos | \$ 1.621 | 5,9% | \$ 1.798 | 6,2% | \$ 1.390 | 4,6% | -14,3% | -22,7% | |
| Bolsas | \$ 1.304 | 4,8% | \$ 1.437 | 4,9% | \$ 1.147 | 3,8% | -12,0% | -20,1% | |
| Herramientas | \$ 317 | 1,2% | \$ 362 | 1,2% | \$ 243 | 0,8% | -23,4% | -33,0% | |
| Barrido Mecánico | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| Otros Costos | \$ 316 | 1,2% | \$ 1.147 | 3,9% | \$ 733 | 2,4% | 132,1% | -36,1% | |
| Otros Costos Directos | \$ 316 | 1,2% | \$ 1.147 | 3,9% | \$ 733 | 2,4% | 132,1% | -36,1% | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| Utilidad Operativa Directa | \$ 9.633 | | \$ 9.963 | | \$ 12.294 | | 27,6% | 23,4% | |
| % Utilidad Operativa Directa | 35,23% | | 34,17% | | 40,82% | | 15,9% | 19,4% | |
| Ingresos Totales | \$ 27.340 | | \$ 29.152 | | \$ 30.118 | | 10,2% | 3,3% | |
| Costos Totales | \$ 17.707 | | \$ 19.189 | | \$ 17.823 | | 0,7% | -7,1% | |
| Utilidad Operativa Total | \$ 9.633 | | \$ 9.963 | | \$ 12.294 | | 27,6% | 23,4% | |
| % Utilidad Operativa Total | 35,23% | | 34,17% | | 40,82% | | 15,9% | 19,4% | |

Fuente: Gerencia de Operaciones Aseo Urbano S.A.S E.S.P., Análisis unitarios de costos por servicio.

Tabla 12. Calculo de los costos unitarios, prestación del servicio mecanizado de limpieza de áreas públicas.

| BARRIDO Y LIMPIEZA [A201] METROPOLITANA CUCUTA | | Mayo 2015 | | Presupuesto Mes | | Mayo 2016 | | Var 2015-2016 | Var Pres-Ejec |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------|------------------|--------|--------------------------|--------------------------|
| Kilómetros Barridos | 11.678,00 | | 11.923,00 | | 12.375,00 | | 6,0% | 3,8% | |
| Empresa | 113,60% | 13.266,00 | 187,23% | 22.323,55 | 200,71% | 24.838,00 | 87,2% | 11,3% | |
| Contratistas | 0,00% | 0,00 | 0,00% | 0,00 | 0,00% | 0,00 | | | |
| Ingresos Prestación Directa | \$ 27.340 | | \$ 29.152 | | \$ 30.118 | | 10,2% | 3,3% | |
| Costos Prestación Directa | \$ 17.707 | | \$ 13.140 | | \$ 10.026 | | -43,4% | -23,7% | |
| Personal | \$ 15.410 | 56,4% | \$ 9.944 | 34,1% | \$ 7.773 | 25,8% | -49,6% | -21,8% | |
| Sueldos y Prestaciones | \$ 14.595 | 53,4% | \$ 9.754 | 33,5% | \$ 7.308 | 24,3% | -49,9% | -25,1% | |
| Seguridad Industrial | \$ 554 | 2,0% | \$ 159 | 0,5% | \$ 315 | 1,0% | -43,1% | 98,1% | |
| Horas Extras | \$ 19 | 0,1% | \$ 31 | 0,1% | \$ 4 | 0,0% | -78,9% | -87,1% | |
| Dotación | \$ 242 | 0,9% | \$ 0 | 0,0% | \$ 146 | 0,5% | -39,7% | | |
| Transporte | \$ 360,00 | 1,3% | \$ 261,71 | 0,9% | \$ 181 | 0,6% | -49,7% | -30,8% | |
| Transporte de Apoyo | \$ 360 | 1,3% | \$ 262 | 0,9% | \$ 181 | 0,6% | -49,7% | -30,8% | |
| Directos | \$ 1.621 | 5,9% | \$ 2.141 | 7,3% | \$ 1.647 | 5,5% | 1,6% | -23,1% | |
| Bolsas | \$ 1.304 | 4,8% | \$ 1.094 | 3,8% | \$ 919 | 3,1% | -29,5% | -16,0% | |
| Herramientas | \$ 317 | 1,2% | \$ 311 | 1,1% | \$ 3 | 0,0% | -99,1% | -99,0% | |
| Barrido Mecánico | \$ 0 | | \$ 736 | 2,5% | \$ 725 | 2,4% | | -1,5% | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| Otros Costos | \$ 316 | 1,2% | \$ 794 | 2,7% | \$ 425 | 1,4% | 34,5% | -46,5% | |
| Otros Costos Directos | \$ 316 | 1,2% | \$ 794 | 2,7% | \$ 425 | 1,4% | 34,5% | -46,5% | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| | \$ 0 | | \$ 0 | | \$ 0 | | | | |
| Utilidad Operativa Directa | \$ 9.633 | | \$ 16.012 | | \$ 20.093 | | 108,6% | 25,5% | |
| % Utilidad Operativa Directa | 35,23% | | 54,92% | | 66,71% | | 89,3% | 21,5% | |
| Ingresos Totales | \$ 27.340 | | \$ 29.152 | | \$ 30.118 | | 10,2% | 3,3% | |
| Costos Totales | \$ 17.707 | | \$ 13.140 | | \$ 10.026 | | -43,4% | -23,7% | |
| Utilidad Operativa Total | \$ 9.633 | | \$ 16.012 | | \$ 20.093 | | 108,6% | 25,5% | |
| % Utilidad Operativa Total | 35,23% | | 54,92% | | 66,71% | | 89,3% | 21,5% | |

Fuente: Gerencia de Operaciones Aseo Urbano S.A.S E.S.P., Análisis unitarios de costos por servicio.

Para las áreas duras estudiadas y determinadas como adecuadas para la operación de la máquina, la comparación de los costos de prestación del servicio actualmente, y el costo de prestación del servicio con la implementación de barredoras mecanizadas es importante para evaluar el costo/beneficio del proyecto.

Por medio del software de Análisis Unitario, el cual hace un análisis de los costos operativos se obtiene la información del costo por kilómetro lineal barrido:

Tabla 13. Costo Unitario

| Costo Barrido Manual/km | Costo Barrido Mecanizado/km |
|-------------------------|-----------------------------|
| \$17,823 | \$10,025 |

Fuente: Software análisis unitario de costos por servicio

En la resolución CRA 720 de 2015 en el Capítulo IV: De los costos de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, más específicamente en el Parágrafo II se establece que las áreas públicas medidas en metros cuadrados (m²) deberán ser convertidas a kilómetros lineales mediante el factor de conversión estipulado 0,002km/ m². (11)

Extensión total de áreas duras adecuadas = 184030,84 m²

$$184030\text{m}^2 * \frac{0,002 \text{ km}}{\text{m}^2} = 368,06 \text{ km} \text{ Extensión total de áreas duras en km lineales.}$$

Costo de barrer actualmente

$$368,06\text{km} * \frac{\$17.823}{\text{km}} = \$6.880.747,38$$

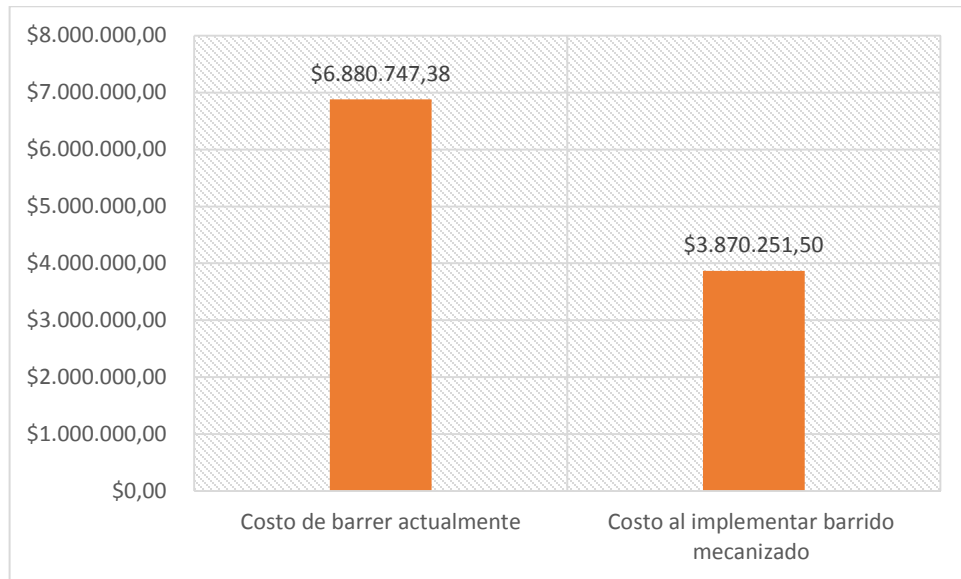
Costo al implementar barrido mecanizado

$$368,06\text{km} * \frac{\$10.025}{\text{km}} = \$3.870.251,50$$

Reducción de costos de implementación de barrido mecanizado

$$\$6.880.747,38 - \$3.870.251,50 = \$3.010.495,88$$

Figura 16. Comparación de costos



Fuente: Propia

7.4. Propuesta para la prestación del servicio de barrido y limpieza de las áreas públicas, implementando el barrido mecanizado.

Teniendo en cuenta las mediciones realizadas y determinando que el rendimiento de la barredora para la operación en las áreas públicas es de aproximadamente 16 Km/h (8000m²/h), además se excluyen el parque Santander, Mercedes Abrego, Antonia Santos, Colon, 300 años y Palacio Nacional a los cuales se les presta un servicio especial, y se hace una propuesta para la prestación del servicio.

Día de prestación de servicio lunes y jueves.

| SECUENCIA | ÁREA A INTERVENIR (M²) | HORA DE INICIO | HORA FINAL |
|---------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| Parque Los Niños | 1762,8 | 6:30 am | 7:00 am |
| Parque San Rafael | 2300,7 | 7:10 am | 7:55 am |
| Malecon - Av Libertadores | 34047 | 8:30 am | 11:00 am |
| Paseo Avenida del Rio | 18995,97 | 11:30 am | 12:45 pm |
| Parque Principal Niza | 4503 | 12:50 pm | 1:20 pm |
| Parque lineal | 5792 | 1:30 pm | 2: 20 pm |

Día de prestación de servicio martes y viernes

| SECUENCIA | ÁREA A INTERVENIR (M²) | HORA DE INICIO | HORA FINAL |
|--------------------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| Patinodromo Gualanday | 1681,4 | 6:30 am | 6:50 am |
| Parque Iglesia Guaimaral | 4254,3 | 7:00 am | 7:45 am |
| Parque Iglesia san Francisco de Asís | 4031,7 | 7:50 am | 8:20 am |
| Parque Ciudad Jardín | 2727,3 | 8:30 am | 9:05 am |
| Malecón San Eduardo | 2383,5 | 9:10 am | 10:00 am |

| | | | |
|------------------------------------|--------|----------|----------|
| Parque Infantil Cancha Los Copetes | 4008 | 10:15 am | 10:55 am |
| Parque Los Pinos | 6701 | 11:10 am | 12:10 pm |
| Parque Iglesia Domingo Savio | 2539 | 12:15 pm | 12:35 pm |
| Parque Centenario | 5594,5 | 12:45 pm | 1:45 pm |
| Polideportivo Quinta Oriental | 3955,2 | 1:50 pm | 2:20 pm |

Día de prestación de servicio miércoles y sábado

| SECUENCIA | ÁREA A INTERVENIR (M²) | HORA DE INICIO | HORA FINAL |
|-----------------------------------|--|-----------------------|-------------------|
| Parque Los Murales | 1886,7 | 6:30 am | 7:10 pm |
| Parque Ceiba | 9331,0 | 7:45 am | 8:20 am |
| Parque Salesiano | 1533,7 | 8:30 am | 9:00 am |
| Parque María Auxiliadora | 2008,5 | 9:00 am | 10:00 am |
| Parque Sayago | 2039 | 10:10 am | 10:40 am |
| Parque Simón Bolívar | 3101 | 10:50 am | 11:30 am |
| Parque Francisco de Paula Andrade | 1560 | 11:40 am | 12:00 pm |
| Parque Amelia | 1737,2 | 12:10 pm | 12:20 pm |
| Plaza Fundadores | 4129,3 | 12:20 pm | 1:00 pm |
| Plaza de Banderas | 19562,6 | 1:10 pm | 1:50 pm |
| Pasaje San José | 1397 | 2:00 pm | 2:20 pm |

Se realizaría la operación en 153563,38 m² en total, semanalmente sería realizada con una frecuencia de dos (2) días.

$$153563,38 \text{ m}^2 \times \frac{2 \text{ dias}}{\text{semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} = \frac{1228507,04 \text{ m}^2}{\text{mes}}$$

$$\frac{1228507,04 \text{ m}^2}{\text{mes}} \times \frac{0,002 \text{ km}}{\text{m}^2} = 2457,01 \text{ km}$$

Los cuales en la operación mensual de barrido y limpieza manual tiene un costo de:

$$2457,01 \text{ km} \times \frac{\$17823}{\text{km}} = \$43.791.361,95$$

En operación mensual de barrido y limpieza mecanizado tendría un costo de:

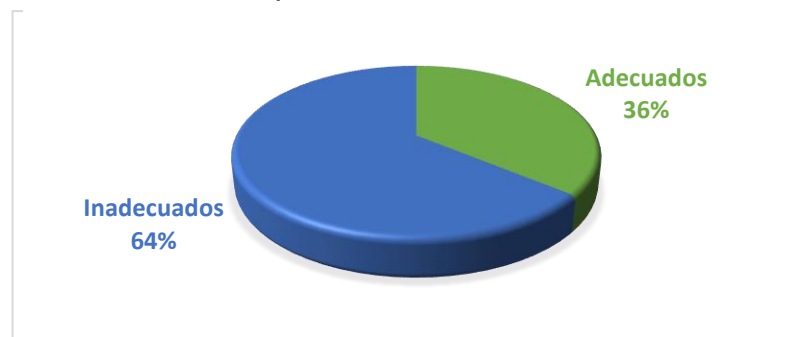
$$2457,01 \text{ km} \times \frac{\$10025,00}{\text{km}} = \$24.631.566,15$$

Lo que implicaría un ahorro de: $\$43.791.361,95 - \$24.631.566,15 = \$19.159.795,80$ mensualmente.

8. RESULTADOS

De 114 parques correspondientes al área de prestación de servicio por parte de la Empresa ASEO URANO S.A.S E.S.P. (Anexo 5), se observa inicialmente que 62 de los parques se encuentran en el bloque Valle (53%), y 54 restantes están ubicados en el bloque de La libertad (47%). De acuerdo a las observaciones realizadas durante las visitas de identificación, 41 áreas públicas poseen condiciones que los hacen adecuados para el ingreso y operación de barredoras mecanizadas.

Figura 17. Proporción de parques adecuados para el ingreso y operación barredora mecanizada



Fuente: Propia

De las áreas públicas adecuados para el ingreso y operación de barredoras mecanizadas que son 41 áreas públicas en total, 35 de estos se encuentran en el bloque Valle (85%) y 6 se encuentran en el bloque de La libertad (15%).

Para las 35 áreas públicas viables del bloque valle se hace la respectiva visita para determinar las condiciones de la operación, en donde se hace las mediciones de las áreas duras, de las cuales fueron 33 los parques estudiados puesto que uno de ellos estaba en remodelación Parque Santa Ana y el otro debido a la inseguridad del sector Cancha Domingo Pérez.

En total la extensión de áreas duras de los 33 parques es de 184030,84 m², dentro de los cuales el 94% de los parques medidos superan los 1500m², que dan cumplimiento a una de las necesidades operativas de la empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P.

Se observa además que la operación solo se está prestando en 86 áreas públicas en total, de las cuales 80 se operan en los diferentes bloques estudiados y 6 de acuerdo a un servicio especial mediante un acuerdo con el ente territorial. Es decir que 28 áreas públicas no se en cuentan actualmente siendo objeto de la prestación del servicio.

El estudio de tiempos realizado para la prestación del servicio muestra el análisis de los tiempos para la operación manual y mecanizada, en las áreas públicas correspondientes a la empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P.

Analizando cada una de las mediciones del tiempo de operación se observa la variación para el bloque La Liberta se mantiene entre 48,86%-58,71% y en el bloque Valle varía entre 63,88%-78,42%. De acuerdo al estudio del tiempo normal de operación manual en cada una de las áreas duras, se obtiene como resultado el porcentaje de operación óptimo para cada una de las rutas, en el bloque La Libertad en la ruta 1 del 57,52 %, ruta 2 del 64,09% y en la ruta 3 d 60,70%, en el bloque Valle en la ruta 1 de 70,87%, ruta 2 de 79,34% y en la ruta 3 de 84%.

Plasmada en los anexos 6 y 7 los tiempos de ciclo, los tiempos normales para cada una de las áreas duras, el tiempo normal y estándar de la jornada para la operación manual y en el anexo 8 para la operación mecanizada. De los cuales se hace una comparación de los tiempos normales para cada área y el rendimiento de la operación.

Tabla 14. Comparativo de tiempo y rendimiento

| ÁREA PUBLICA | M² | TIEMPO BARRIDO MANUAL (min) | TIEMPO BARRIDO MECANIZADO (min) | RENDIMIENTO BARRIDO MANUAL (Km/Op) | RENDIMIENTO BARRIDO MECANIZADO (Km/h) | VARIACIÓN TIEMPO (Manual-Mecanizado) |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| Polideportivo Quinta Oriental | 3955,2 | 41,448 | 39,6 | 0,79 | 11,99 | 1,85 |
| Parque los Murales la Canasta | 1886,7 | 24,592 | 54 | 0,38 | 4,19 | -29,41 |
| Parque Ceiba | 9331,0 | 58,351 | 64,35 | 1,87 | 17,40 | -6,00 |
| Parque Salesiano | 1533,7 | 31,214 | 27 | 0,31 | 6,82 | 4,21 |
| Parque Sayago | 2039 | 27,969 | 27 | 0,41 | 9,06 | 0,97 |
| Parque Simón Bolívar | 3101 | 42,599 | 67,05 | 0,62 | 5,55 | -24,45 |
| Plaza de Banderas | 19562,6 | 45,027 | 24,3 | 3,91 | 62,10 | 7,23 |
| Patinodromo gualanday | 1681,4 | 8,602 | 18 | 0,34 | 11,21 | -9,40 |
| Parque iglesia Guaimaral | 4254,3 | 42,1997 | 45,45 | 0,85 | 11,23 | -3,25 |
| Ciudad Jardín | 2727,3 | 28,369 | 64,35 | 0,55 | 5,09 | -35,98 |
| Parque Iglesia San francisco de Asís | 4031,7 | 28,908 | 18 | 0,81 | 26,88 | 10,91 |
| Parque Principal Niza | 4503 | 35,585 | 29,25 | 0,90 | 18,47 | 6,34 |

| ÁREA PUBLICA | M² | TIEMPO BARRIDO MANUAL (min) | TIEMPO BARRIDO MECANIZADO (min) | RENDIMIENTO BARRIDO MANUAL (Km/Op) | RENDIMIENTO BARRIDO MECANIZADO (Km/h) | VARIACIÓN TIEMPO (Manual-Mecanizado) |
|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|--|---|--|---|
| Parque Infantil Cancha Los Copetes | 4008 | 25,3587 | 42,75 | 0,80 | 11,25 | -17,39 |
| Parque Los Pinos | 6701 | 44,627 | 45 | 1,34 | 17,87 | -0,37 |
| Parque Centenario | 5594,5 | 82,2397 | 65,25 | 1,12 | 10,29 | 16,99 |
| Plaza Fundadores | 4129,3 | 26,239 | 39,6 | 0,83 | 12,51 | -13,36 |
| Parque Los Niños | 1762,8 | 48,217 | 26,1 | 0,35 | 8,10 | 22,12 |
| Malecón - Libertadores | 34047 | 128,3 | 125,375 | 6,81 | 32,59 | 2,93 |
| Parque francisco de Paula Andrade | 1560 | 16,573 | 27 | 0,31 | 6,93 | -10,43 |

Es de analizar que el rendimiento del barrido si aumenta debido a la implementación de barrido mecanizado, pero la variación de los tiempos no varía positivamente o es mínima debido a las diferentes distribuciones que tienen los parques, además de que al ser nuevo un proceso nuevo hay un incremento en el tiempo debido a las maniobras y desplazamientos que debe hacer la máquina para realizar un trabajo de calidad.

En la modelación de los costos con la implementación de barrido mecanizado se obtiene una reducción del 43,75% con respecto a la operación manual.

En comparación de los costos en el año 2015 la reducción más significativa se observa en los costos de transporte de apoyo con una reducción de 49,7% y en los costos de personal con 49,6%.

Los menores costos se reflejan en los rubros de costos directos donde a pesar de que se aprecia un leve aumento del 1,3% el cual es producto del mantenimiento preventivo y correctivo de la máquina barredora, en cuanto a los elementos tales como bolsas y herramientas de barrido es evidente el ahorro.

Con la operación de máquina la máquina barredora se dejarían de utilizar en promedio 80 bolsas diariamente, lo que en costos no es muy relevante pero en cuanto al cumplimiento de la nueva Resolución 688 la cual reglamenta el uso racional de bolsas plásticas es un gran avance.

Se hace una propuesta para la implementación de barrido mecanizado en 153563,38 m² para la cual tendría un ahorro mensualmente de \$19.159.795,80.

CONCLUSIONES

Debido al reducido número de parques adecuados en el bloque de La libertad (6 parques adecuados), se establece que no se justifica la entrada de barredoras mecanizadas que la implementación de barredoras mecanizadas no es viable en los parques ubicados en dicho bloque, y que en consecuencia, solo son viables para la implementación de barredoras mecanizadas, los parques ubicados en el bloque Valle donde se encuentra el 85% de los parques adecuado.

Mediante el estudio de tiempos se observa que el tiempo de operación varía en cada uno de los bloques, para el Bloque La Liberta se mantiene entre 48,86%-58,71% lo cual se debe a los tiempos de transporte y de traslado que son más relevantes para estas rutas. En el Bloque Valle se observa un aumento significativo en el tiempo de operación que varía 63,88%-78,42% debido a la extensión de las áreas duras en dichos áreas. Analizando el tiempo normal de operación para el bloque La libertad se debe mantener en un 60% y en el bloque Valle en 78%.

En el cálculo de los tiempos estándar de la operación de cada uno de los parques, sus respectivo tiempos de trasporte, de traslado y tiempos muerto. Es de analizar que el tiempo estándar para el cumplimiento de la operación en el bloque La libertad se mantiene en un promedio de 9 horas de la jornada, a diferencia del bloque Valle en el cual cambia en cada una de las rutas, alcanza a llegar a las 10 horas para una jornada de trabajo, por lo que se requiere hacer una reestructuración de dichas rutas para que sean más equitativas y además se disminuya el tiempo muerto, los tiempos de trasporte y traslado.

La operación de la máquina barredora para la prestación del servicio de barrido y limpieza de áreas duras es posibles, los tiempos de la operación no fueron disminuidos con respecto a la prestación del servicio manual debido a que el conductor de la maquina debía verificar que los acceso y la distribución de las área duras no afectara la maquina; en general se observó que las áreas duras

determinadas como viables efectivamente cumplen con las condiciones adecuadas para la operación.

La implementación de la máquina barredora en la prestación del servicio de barrido y limpieza de áreas públicas, ofrece una optimización de la operación a nivel de rendimiento y costos de operación.

RECOMENDACIONES

- ✓ El resultado del estudio de tiempos para los diferentes bloques permite dar la recomendación realizar un análisis de balanceo de las rutas, ya que se evidencia que unas rutas son más extensas que otras, además de que se observan parques cercanos a otros y se realiza su operación en rutas por separado.
- ✓ Como estrategia de cambio, se sugiere disminuir la cantidad operarios y de parques para la jornada de trabajo, establecer rutas pequeñas esto ayudara a que los operarios tengan un mejor rendimiento en su labor y además realizaran su trabajo sin presión del tiempo mejorando la calidad del barrido y limpieza en las áreas de prestación del servicio.
- ✓ Al ser implementada la propuesta (nuevas rutas para la operación de la barredora mecanizada) se sugiere realizar un nuevo estudio de tiempo para las rutas establecidas con el fin de determinar la efectividad operativa de la misma y la calidad del servicio de estas. Además de determinar rutas en donde se implemente el barrido mecanizado en las 6 áreas públicas que actualmente se operan diariamente.
- ✓ Es importante antes de la implementación de la propuesta hacer un entrenamiento a los conductores que trabajan las máquinas barredoras, en donde además se les socialice las rutas, áreas a intervenir y además los accesos identificados para que al momento de realizar la operación se disminuyan los tiempos muertos.

REFERENCIAS

1. **Aseo Urbano S.A.S E.S.P.** Nuestra Historia - Aseo Urbano. [En línea]
<http://aseourbano.com.co/historia/>.
2. **Portal Minvivienda Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. II - Manuales (Prácticas de buena ingeniería) - Título F Sistema de aseo urbano.** [En línea]
<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO%20F.pdf>.
3. **Definición de Optimización** . [En línea]
<http://definicion.de/optimizacion/#ixzz47ERJUQ2a>.
4. **temas de Administración de Empresas** . [En línea]
<http://admluisfernando.blogspot.com.co/2008/04/ii-estudio-tecnico.html>.
5. **Urbina, Gabriel Baca. Evaluación de Proyectos.** Mexico : McGRAW-HILL, 2001.
6. **Herramientas para el Ingeniero Industrial. Ing. Bryan Salazar López - Colombia.** [En línea] [Citado el: 13 de Mayo de 2016.]
<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos>.
7. **Aseo Urbano S.A.S E.S.P. Memoria de Sostenibilidad 2014-2015.** [En línea] [Citado el: 21 de Mayo de 2016.] <http://aseourbano.com.co/wp-content/uploads/2014/04/Memoria-de-Sostenibilidad-Aseo-Urbano-2014-20151.pdf> .
8. **Normatividad. Decreto 2981-2013.** [En línea] [Citado el: 1 de Abril de 2016.]
<http://aseourbano.com.co/normatividad/>.
9. **Finaniera, Gerencia Administrativa y. Informe de Gestión 2014 - 2015.** Cúcuta, Norte de Santander - Colombia : s.n.

10. Barrera, Jacqueline Hurtado de. Investigación Holística . *La investigación Proyectiva* . [En línea] <http://investigacionholistica.blogspot.com.co/2008/02/la-investigacin-proyectiva.html>.

11. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. *Resolución CRA 720*. [En línea] 9 de Julio de 2015. http://cra.gov.co/apc-aa-files/30653965346361386366633062643033/3.-resolucion-cra-720-de-2015-firmada_1.pdf.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Identificación de Parques

Anexo 2. Condiciones de la Operación

Anexo 3. Medición de Tiempos

Anexo 4. Reporte de Ruta Barredora

Anexo 5. Lista de Parques

Anexo 6. Medición de tiempos Bloque La Libertad

Anexo 7. Medición de tiempos Bloque Valle

Anexo 8. Medición barredora mecanizada