

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA
EFICIENCIA EN EL PROCESO DE BARRIDO MANUAL DEL
DEPARTAMENTO DE SERVICIO DE LIMPIEZA URBANA DE
LA MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ PARA EL PRIMER
CUATRIMESTRE DEL 2023

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL
BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DRAVERCKY MARTINEZ MOLINA

LIC. JOHAN RODOLFO CASTRO VASQUEZ

ARANJUEZ, 2023

DECLARACIÓN JURADA

Yo Dravercky Martínez Molina, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1561-0191 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Propuesta de mejora para incrementar la eficiencia en el proceso de barrido manual del Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José para el primer cuatrimestre del 2023, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 24 días del mes de Junio del año dos mil 2023.

CARTA DEL TUTOR

San José, 22 de junio de 2023

***Carrera de ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana***

Estimado señor:

El estudiante Draverky Martínez Molina, cédula de identidad número 1-1561-0191, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado ***PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN EL PROCESO DE BARRIDO MANUAL DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIO DE LIMPIEZA URBANA DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ PARA EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2023*** el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18
	TOTAL		91

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



***Johan Castro Vásquez
Cédula identidad 112280842
Carné Colegio Profesional 1123889***

CARTA DE LECTOR

San José,

**Universidad Hispanoamericana
Sede Llorente
Carrera**

Estimado señor

El estudiante DRAVERCKY MARTINEZ MOLINA, cédula de identidad 1-1561-0191, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN EL PROCESO DE BARRIDO MANUAL DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIO DE LIMPIEZA URBANA DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ PARA EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2023, el cual ha elaborado para obtener su grado de BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

**ELMER ZEPEDA
ROMERO**

Firmado digitalmente por
ELMER ZEPEDA ROMERO
Fecha: 2023.07.30
09:54:09 -06'00'

Firma

Nombre: Elmer Zepeda Romero

Cédula: 1-1181-0978

Carné: II-38188

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 24 de junio 2023

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Dravercky Martínez Molina con número de identificación 1-1561-0191 autor (a) del trabajo de graduación titulado PROPUESTA DE MEJORA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN EL PROCESO DE BARRIDO MANUAL DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIO DE LIMPIEZA URBANA DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ PARA EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2023, presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Dravercky M.M. 1-1561-0191
Firma y Documento de Identidad

DEDICATORIA

"Dedico este trabajo de graduación a varias personas que han sido fundamentales en mi vida y en mi camino hacia la culminación de esta etapa académica.

A mi madre, Patricia Molina Calvo, quien siempre ha sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional. Tu amor, dedicación y sacrificio han sido la fuerza impulsora detrás de mis logros. Gracias por creer en mí y por estar a mi lado en cada paso que he dado.

A mi novia, Lyz Parrales Martinez, por su amor, paciencia y comprensión durante este desafiante trayecto. Tu apoyo inquebrantable y palabras de aliento me han dado fuerzas en los momentos de duda y cansancio. Gracias por ser mi compañera de vida y por motivarme a alcanzar mis metas.

A mi familia, por su constante respaldo y por ser mi red de apoyo incondicional. Su aliento y confianza en mí han sido vitales para superar los obstáculos y seguir adelante en la búsqueda de mis sueños.

Este proyecto de graduación es el resultado del esfuerzo conjunto de todos ustedes. Su amor, apoyo y sacrificio han sido mi motor para alcanzar el éxito. Les dedico este logro con profundo agradecimiento y amor eterno".

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, Johan Castro Vásquez, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su valioso acompañamiento y orientación a lo largo de este proceso. Su experiencia, conocimientos y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo de este proyecto.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Jonatan Arias Garro por su invaluable colaboración y por permitirme realizar mi trabajo en la Municipalidad de San José. Su apoyo y disposición para brindarme acceso a los recursos y la información necesaria han sido fundamentales para el desarrollo exitoso de este proyecto.

La experiencia adquirida en la Municipalidad de San José ha sido invaluable para mi crecimiento profesional, y todo esto no hubiera sido posible sin la colaboración y el apoyo de Jonatan Arias Garro. Estoy profundamente agradecido por su amabilidad, orientación y por permitirme contribuir a la mejora del proceso de barrido manual.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	19
1.1 Descripción general del proyecto	20
1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto	21
1.2.1 Descripción general de la organización	26
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución	32
1.3 Planteamiento del problema	33
1.3.1 Definición y medición del problema.....	33
1.3.2 Justificación del proyecto	35
1.4 Objetivos del proyecto.....	36
1.4.1 Objetivo general	36
1.4.2 Objetivos específicos	36
1.5 Alcances y limitaciones	37
1.5.1 Alcances	37
1.5.2 Limitaciones.....	38
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	39
2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera.....	40
2.1.1 Ingeniería Industrial.....	40

2.1.2 Mejora de procesos	41
2.1.3 Estandarización	42
2.1.4 Eficiencia	43
2.1.5 Productividad.....	44
2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto	45
2.2.1 Seis Sigma	45
2.2.2 Herramientas utilizadas en la metodología DMAIC.....	50
2.2.3 Manufactura Lean.....	58
2.2.4 Indicadores de gestión (KPI).	59
2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto	60
2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	62
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO	64
3.1 Metodología para la definición del problema	65
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	68
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	70
3.4 Metodología para la implementación del proyecto	72
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultado	74
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....	76

	10
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	77
4.1.1 Ficha de Operaciones y Secuencia de Operación	77
4.1.2 Secuencia de pasos del proceso de barrido manual	81
4.2 PLANIFICACIÓN DE LAS RUTAS DE BARRIDO	84
4.2.1 FRECUENCIA DE BARRIDO	84
4.2.2 RECOLECCIÓN DE BOLSAS DE BARRIDO	85
4.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE BARRIDO MANUAL	86
4.3.1 Rutas de barrido de las Unidades.....	87
4.3.2 Estudio de Tiempos y movimientos.....	89
i. Recolección de Datos.....	92
ii. Análisis estadístico.....	92
4.4 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA EN EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS AMBIENTALES	102
4.4.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA	103
4.4.2 TABLA MULTIVOTO.....	105
5.1 Propuesta para el desarrollo de las soluciones	111
5.1.1 Propuesta #1.....	111
i. Herramienta R.....	112
ii. Explicación de los pasos para los diferentes escenarios en el simulador R	114
iii. Diferentes escenarios para ver el comportamiento de R en las rutas actuales	117

5.1.2 Propuesta #2.....	118
i. Diferentes escenarios para ver el comportamiento de R en las rutas con ajustes.....	123
5.1.3 Propuesta #3.....	126
i. Validación de documentos:	126
5.1.4. Creación de nuevos KPIs:.....	127
5.2 Análisis económico de propuestas	130
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	136
6.1 CONCLUSIONES.....	137
6.2 RECOMENDACIONES.....	138
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....	139
CAPÍTULO VIII: ANEXO.....	141
APÉNDICES.....	142
ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Logo Municipalidad de San José	21
Figura 2 Seguridad Municipal de San José	25
Figura 3 Área de mejoramiento de parques.....	25
Figura 4 Mapa satelital Municipalidad de San José.....	27
Figura 5 Estructura actual de distribución de personal para el Departamento de Servicio de Limpieza	28
Figura 6 Estructura actual de distribución operativa para el Departamento de Servicio de Limpieza	29
Figura 7 Ciclo de DMAIC	46
Figura 8 Operación del DMAIC	47
Figura 9 Herramientas básicas para Seis Sigma.....	50
Figura 10 Mapa de proceso	52
Figura 11 Diagrama de Ishikawa	54
Figura 12 Diagrama SIPOC	55
Figura 13 Diagrama Pareto	56
Figura 14 Metodología DMAIC para la resolución de problemas	65
Figura 15 Ficha de Operaciones - Proceso de Barrido Manual.....	80
Figura 16 Secuencia de Operación	80
Figura 17 Diagrama de flujo Proceso barrido manual Municipalidad de San José	83
Figura 18 Mapa Distrito Hospital.....	88
Figura 19 Mapa Distrito Hatillo.....	88

Figura 20 Mapa Distrito Carmen	89
Figura 21 Ejemplo de la Ruta #9 del Distrito Hospital	93
Figura 22 Diagrama Gantt Ruta #9	95
Figura 23 Gráfico de barras de las tareas distribuidas ruta #9	96
Figura 24 Gráfico de Efectividad Ruta #9.....	97
Figura 25 Gráfico de Barras con tiempos analizados en Rutas Distrito Hospital.....	99
Figura 26 Gráfico de Barras con tiempos analizados en Rutas Distrito Hatillo	99
Figura 27 Gráfico de Barras con tiempos analizados en Rutas Distrito Carmen	100
Figura 28 Evaluación de las condiciones de trabajo	101
Figura 29 Diagrama de ISHIKAWA.....	104
Figura 30 Gráfico de Pareto causas prioritarias.....	108
Figura 31 Simulador en R.....	113
Figura 32 Paso a paso de la Interfaz	116
Figura 33 <i>Visualización de los datos en R</i>	117
Figura 34 Mapa Distrito Hospital sin Ajustes.....	120
Figura 35 Mapa Distrito Hospital con Ajustes	121
Figura 36 Ruta #15 Distrito Hospital.....	123
Figura 37 Ruta color turquesa Distrito Hospital	123
Figura 38 Ruta color azul Distrito Hospital	124
Figura 39 Manual de las Instrucciones de trabajo.....	126
Figura 40 Comprobante de Planilla	131
Figura 41 Comprobante de Planilla (Salario Base)	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de Población del Cantón San José	22
Tabla 2 Distribución de unidades de Trabajo	31
Tabla 3 Metodología para la definición del problema.....	67
Tabla 4 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto	69
Tabla 5 Metodología para la propuesta de mejora	71
Tabla 6 Metodología para la implementación del proyecto	73
Tabla 7 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultado	75
Tabla 8 Tasas de servicio 2023.....	84
Tabla 9 Frecuencia de Trabajo de las Unidades.....	85
Tabla 10 Frecuencia de Trabajo de las Unidades Seleccionadas	91
Tabla 11 Distribución de rutas diarias programadas	91
Tabla 12 Estimación de tiempos y movimientos Ruta #9.....	94
Tabla 13 Comparativo entre sujetos Ruta #9	96
Tabla 14 Resultados en tiempos Ruta #9	97
Tabla 15 Factores de Seguridad.....	101
Tabla 16 MULTIVOTO	106
Tabla 17 Distribución de frecuencia problemas Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José	107
Tabla 18 Tiempos efectivos de rutas con R	117
Tabla 19 Tiempos efectivos de rutas con ajuste en R.....	124

Tabla 20 Comparativa Rutas (Sin Ajustes vs Con Ajustes)	125
Tabla 21 Análisis Económico.....	133
Tabla 22 Datos importantes para el análisis económico	133
Tabla 23 Diferencia económica entre rutas.....	134
Tabla 24 Análisis Costo- Beneficio proceso de barrio manual	135

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 1 KPIs Actuales	128
Ecuación 2 Satisfacción del contribuyente.....	128
Ecuación 3 Solicitudes de Limpieza	129
Ecuación 4 Capacitación por empleados.....	129
Ecuación 5 Mantenimiento Preventivo	129

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1 Lluvia de ideas	142
Apéndice 2 Toma de tiempos Hatillo.....	143
Apéndice 3 Toma de tiempos Carmen	144
Apéndice 4 Análisis de datos en campo	145
Apéndice 5 Cantidad y tipos de residuos	146
Apéndice 6 Equipo de trabajo Distrito Hospital	147

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 MANUAL DE TRABAJADORES	148
ANEXO 2 Validación de Matrices de Riesgo Operativo período 2023 Áreas de la GPS.....	149
ANEXO 3 Validación de Matrices de Riesgo Operativo período 2023 Áreas de la GPS.....	150
ANEXO 4 Validación de Matrices de Riesgo Operativo período 2023 Áreas de la GPS.....	151

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC: Procedimiento para la mejora de los procesos productivos.

KPI: Key Performance Indicator

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

OIT: Organización Internacional del Trabajo

LEAN: Lean Enterprise Analysis (Análisis de Empresa Esbelta).

SOP: Standard Operating Procedure (Procedimiento Operativo Estándar).

Residuo No Tradicional: Todo aquel residuo que no se clasifica como residuos domésticos, podemos mencionar residuos de remodelación, equipo de línea blanca, muebles entre otros.

Macro-Programación: Este término hace referencia a la programación de atención de botaderos a nivel de los distritos del Cantón

Micro-Programación: Hace referencia de la programación de los botaderos clandestinos específicos a atender dentro de la macro-programación

R: Es un entorno y lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se realizó en la Municipalidad de San José, está enfocada en proporcionar servicios y administrar los recursos públicos para el bienestar de los ciudadanos en el ámbito de su jurisdicción.

El objetivo principal es aumentar la eficiencia del proceso de barrido manual mediante la identificación de áreas de mejora, la implementación de nuevas herramientas, tecnologías y la optimización de los procedimientos existentes.

El proyecto comenzará con un análisis detallado del proceso de barrido manual, identificando puntos críticos y áreas que requieren mejoras.

La implementación de mejoras en el proceso de barrido manual beneficiará a la organización al reducir costos, optimizar las rutas de barrido y mejorar la productividad del personal. Además, tendrá un impacto social positivo al mejorar la imagen de la ciudad y ofrecer un ambiente más saludable y agradable para los residentes y visitantes.

Se espera que con un análisis detallado del proceso y por medio de la experimentación se pueda lograr una mejora de un 10% a 15% en el proceso para beneficio de la empresa y para así satisfacer las necesidades del contribuyente o poder tener alguna teoría más fuerte de lo que realmente pasa en el proceso de barrido.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción general del proyecto

El proyecto se enfoca en mejorar el proceso de barrido manual del departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José. El proyecto está dentro de la línea de investigación en gestión tecnológica, procesos de producción y operaciones industriales.

El objetivo principal del proyecto es aumentar la eficiencia del proceso, lo que se logrará a través de la identificación de áreas de mejora, la implementación de nuevas herramientas, tecnologías y la optimización de los procedimientos actuales.

El proyecto comenzará con un análisis detallado del proceso de barrido manual, identificando los puntos críticos y las áreas que requieren mejoras. Luego se buscarán soluciones para cada una de estas áreas, tomando en cuenta las mejores prácticas y tecnologías disponibles en el mercado.

Se llevarán a cabo pruebas piloto de las soluciones propuestas y se medirá su efectividad para determinar si son viables para su implementación a gran escala. Una vez seleccionadas las soluciones más efectivas, se procederá a su implementación y se capacitará al personal encargado de llevar a cabo el proceso de barrido manual.

Se espera que el proyecto resulte en una mejora significativa en la eficiencia del proceso, lo que se traducirá en una reducción de costos y un aumento de la calidad del servicio prestado por el Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José.

1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto

Municipalidad de San José

En la provincia de San José, capital de la República de Costa Rica es la municipalidad de la institución del Gobierno Local.

El Gobierno Local de San José atiende las necesidades y brinda los servicios requeridos por los habitantes y visitantes de la ciudad, así mismo realiza y promueve acciones para la regeneración urbano-ambiental, la reactivación económica, social y cultural del cantón.

"A continuación, se muestra la imagen del logo de la Municipalidad de San José, presentado en la Figura 1. Este logo se caracteriza por sus colores vivos.

Como se puede apreciar en la imagen, el logo está rodeado por dos ramas de laurel que simbolizan la victoria y el éxito; sin duda, este logo es un símbolo representativo de la cultura y la identidad de San José."

Figura 1 Logo Municipalidad de San José



Fuente: Municipalidad de San José

"San José es el cantón número 1 de la provincia del mismo nombre, ubicado en el centro de Costa Rica y con una extensión territorial de 44,62 km². Este cantón se divide en 11 distritos, cada uno con sus propias características y atractivos turísticos. Para conocer más detalles sobre la población y la densidad de la población de San José, te presentamos a continuación una tabla con datos relevantes de cada uno de los distritos que conforman este importante cantón."

Tabla 1 Cuadro de Población del Cantón San José

Cantón / Distrito	Población al 2021	Área en km ²	Densidad de población
San José	349 678	44,62	7 836,80
1- Carmen	2 973	1,49	1 995,30
2- Merced	15 309	2,29	6 685,15
3- Hospital	23 859	3,38	7 058,88
4- Catedral	15 639	2,31	6 770,13
5- Zapote	21 929	2,85	7 694,39
6- San Francisco de Dos Ríos	23 696	2,68	8 841,79
7- Uruca	42 301	8,35	5 065,99
8- Mata Redonda	10 097	3,68	2 743,75
9- Pavas	88 616	9,34	9 487,79
10- Hatillo	60 316	4,27	14 125,53
11- San Sebastián	44 943	3,98	11 292,21

Fuente: INEC: Costa Rica: Población total proyectada

Entre los servicios que ofrece la Municipalidad de San José se encuentran la limpieza y el mantenimiento de las calles, la gestión de residuos sólidos, la administración de parques y

áreas verdes, la regulación del transporte público, la emisión de permisos de construcción y la gestión de la seguridad ciudadana.

Además, la Municipalidad de San José también es responsable de la promoción del turismo y la cultura en la ciudad, y trabaja en colaboración con otras instituciones y organizaciones para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

En cuanto a productos, la Municipalidad de San José no produce bienes tangibles para la venta, sino que su enfoque está en la prestación de servicios públicos y en la promoción del desarrollo económico y social de la ciudad.

Funciones generales en provisión de servicios

- Garantizar que los servicios públicos atiendan las expectativas de calidad y eficiencia de los habitantes y entidades usuarias.
- Coordinar con las instancias correspondientes la definición de nuevos proyectos con base en los planes de largo y mediano plazo.
- Coordinar la ejecución de los servicios públicos y programas definidos en los planes generales y en el presupuesto.
- Procurar el uso eficiente de los recursos destinados a programas específicos, así como a servicios regulares que presta la municipalidad.
- Programar y supervisar la ejecución de los programas temporales asignados a esta gerencia y sus dependencias.

- Generar herramientas estratégicas, políticas, objetivos, proyectos, que promuevan y fortalezcan la gestión.
- Proponer y aplicar instrumentos y mecanismos específicos que permitan la planificación, programación, el control y la evaluación de los trabajos y los servicios que se brindan.
- Brindar apoyo técnico antes, durante y después de la construcción de obras.
- Coordinar y supervisar las actividades de estudios, diseños e investigación.
- Desarrollar los proyectos de infraestructura requeridos según sea lo estipulado en el Plan Operativo Anual de la Institución.
- Controlar y dar seguimiento a los proyectos, obras y servicios a cargo de la Gerencia y dependencias adscritas.
- Gestionar los permisos correspondientes ante otras instancias gubernamentales para llevar a cabo las obras municipales.

En resumen, la Municipalidad de San José es una institución pública local encargada de brindar servicios públicos de calidad a la comunidad de la ciudad de San José en Costa Rica, con el objetivo de garantizar el bienestar y la seguridad de sus ciudadanos y promover el desarrollo económico y social de la ciudad.

A continuación, se presentan algunas imágenes que muestran algunas de las funciones que realiza la Municipalidad de San José. Las imágenes muestran los esfuerzos de la Municipalidad para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y garantizar su seguridad en la ciudad de San José.

Figura 2 Seguridad Municipal de San José



Fuente: Municipalidad de San José

Figura 3 Área de mejoramiento de parques



Fuente: Municipalidad de San José

1.2.1 Descripción general de la organización

La ciudad de San José se ha proyectado como cuna ciudad progresista, un centro cultural y económico que en sus esfuerzos de rediseñarse ha atraído una población deseosa de habitar, hacer negocios y pasar su tiempo de ocio en la capital. Este incremento de población, habitante y transeúnte significa un aumento en las necesidades de limpieza.

La población se ha tornado más demandante requiriendo de los gestores de residuos un servicio inmediato, constante y de calidad.

MISIÓN

Asegurar la limpieza de sus vías, espacios públicos y mobiliario urbano para mantener un ambiente agradable para las y los ciudadanos y transeúntes en el Cantón de San José.

VISIÓN

Brindar un servicio de limpieza innovador y de calidad total de manera tal que supere las expectativas de los ciudadanos y transeúntes del Cantón de San José.

VALORES

La Municipalidad de San José se rige por un conjunto de valores que guían su actuar y orientan sus acciones en beneficio de la ciudadanía. La honestidad, la integridad y el respeto son algunos de los valores que rigen su trabajo, promoviendo la colaboración, el compromiso y la dedicación en cada uno de sus servicios. Estos valores se reflejan en la atención al público, en la transparencia de sus procesos y en el desempeño responsable de sus funciones, con el fin de garantizar la satisfacción de las necesidades y expectativas de la comunidad. En este sentido,

la Municipalidad de San José se esfuerza por mantener una gestión ética y profesional, comprometida con el desarrollo sostenible de la ciudad y el bienestar de sus habitantes.

En la actualidad, la Municipalidad de San José cuenta con un Departamento de Servicio de Limpieza encargado de mantener la limpieza y el orden en las calles y espacios públicos de la ciudad. Como parte de su gestión, el departamento ha establecido una estructura de distribución de personal para garantizar la eficiencia en la realización de sus funciones. A continuación, se presenta la estructura actual de distribución de personal del Departamento de Servicio de Limpieza, la cual se ha tomado como referencia de la página web oficial de la Municipalidad de San José.

UBICACIÓN

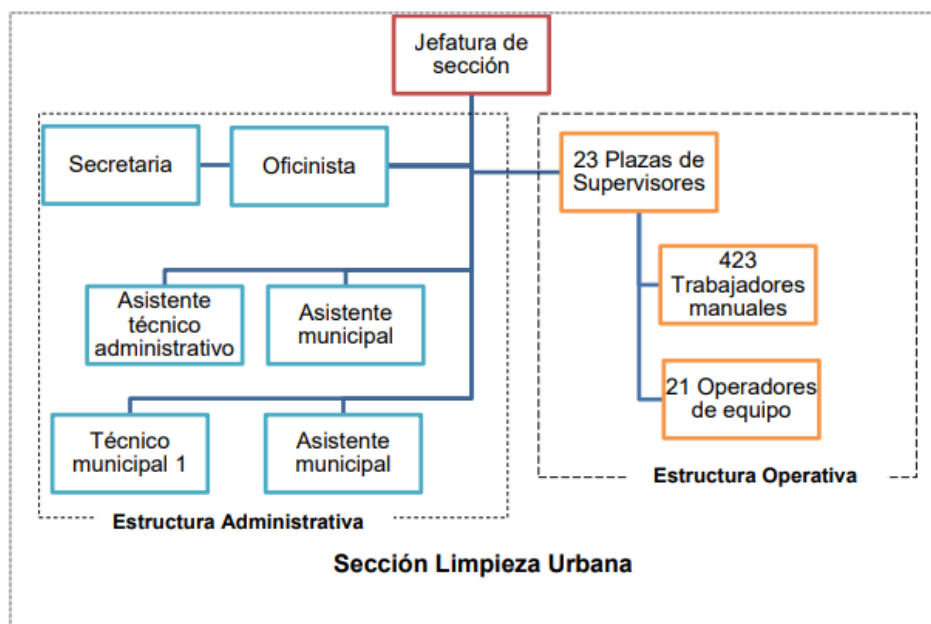
La Municipalidad de San José se encuentra en el Edificio José Figueres Ferrer, Av. 10, Los Silos, San José.

Figura 4 Mapa satelital Municipalidad de San José.



Fuente: Google Earth (2023).

Figura 5 Estructura actual de distribución de personal para el Departamento de Servicio de Limpieza



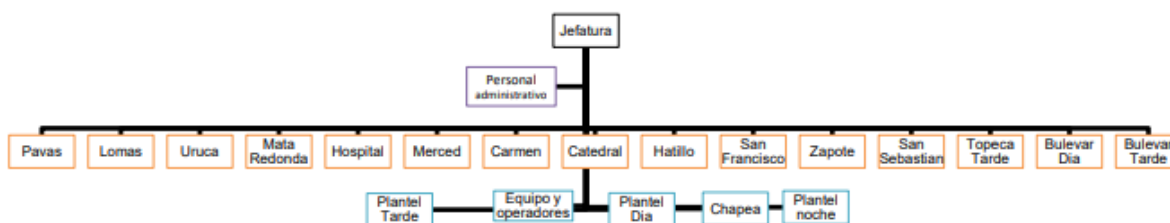
Fuente: MSJ-SLU-IN01. IN01. Instructivo Instrucciones Trabajo Servicio Limpieza Urbana

La Sección Limpieza Urbana está bajo la dirección del Departamento de Servicios Ambientales de la Gerencia de Provisión de Servicios de la Municipalidad de San José. Esta dependencia municipal está a cargo de las actividades de limpieza del cantón de San José, dentro de estas actividades se destacan: La limpieza de las vías públicas (residuos y malezas sobre acera y caños), la atención de actividades especiales, desarrollo de campañas de limpieza de residuos no tradicionales (especiales), recolección de puntos fijos (bolsa de barrido) y recolección de

puntos móviles (botaderos clandestinos), además del lavado y atención de sitios por contaminación orgánica en el casco urbano.

A continuación, en la figura #6 se presenta la Distribución Operativa en los diferentes distritos que comprenden en el Cantón de San José.

Figura 6 Estructura actual de distribución operativa para el Departamento de Servicio de Limpieza



Fuente: MSJ-SLU-IN01. IN01. Instructivo Instrucciones Trabajo Servicio Limpieza Urbana

FUNDAMENTO LEGAL DE LAS FUNCIONES DE LIMPIEZA URBANA

Las actividades de aseo y ornato desarrolladas por la municipalidad de San José se fundamentan en el derecho individual citado en el artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica, que dicta “Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado”.

Garantizar que en su territorio se provea del servicio de recolección de residuos en forma selectiva, accesible, periódica y eficiente para todos los habitantes, así como de centros de recuperación de materiales, con especial énfasis en los de pequeña y mediana escala para la posterior valorización.

Proveer de los servicios de limpieza de caños, acequias, alcantarillas, vías, espacios públicos, ríos y playas cuando corresponda, así como del manejo sanitario de animales muertos en la vía pública.

Prevenir y eliminar los vertederos en el cantón y el acopio no autorizado de residuos.

Impulsar sistemas alternativos para la recolección selectiva de residuos valorizables como contenedores o receptores, entre otros.

FUNCIONES DE LA SECCIÓN LIMPIEZA URBANA

BARRIDO DE VÍAS PÚBLICAS

La barrida de las vías públicas es la actividad principal de la sección, con aproximadamente 423 colaboradores dedicados. Esta actividad está enfocada en la barrida del 100% de las vías públicas del Cantón. El barrido se realiza de forma manual con asistencia programada de rutas mecanizadas en horarios nocturnos. La actividad es complementada con la recolección de las bolsas generadas producto del barrido de todo el cantón, se busca una recolección oportuna y eficiente, de tal forma que se cumpla a cabalidad con la expectativa del contribuyente.

La planificación de esta actividad consiste en la distribución de 15 unidades de trabajo, a saber:

La tabla #2 muestra cada unidad de trabajo, así como el personal que está destinado actualmente para cada una, además se presentan la cantidad de rutas y su frecuencia de atención.

Tabla 2 Distribución de unidades de Trabajo

Unidad de Trabajo	Cantidad de personal actual	Cantidad de zonas	Cantidad total de rutas	Z1	Frecuencia de atención	Z2	Frecuencia de atención	Z3	Frecuencia de atención	Trabajos especiales	Cantidad de personal requerido según rutas	Personal Back up
Lomas	16	3	18	2	Diaria	16	Lunes y jueves	16	Martes y viernes	Miercoles y sabado	18	19,8
Uruca	25	2	28	14	Lunes y jueves	14	Martes y viernes			Miercoles y sabado	14	15,4
Pavas	23	2	37	18	Lunes y jueves	19	Martes y viernes			Miercoles y sabado	21	23,1
Mata Redonda	13	2	20	10	Lunes y jueves	10	Martes y viernes			Miercoles y sabado	10	11
Hospital	31	3	31	15	Diaria	8	Lunes y jueves	8	Martes y viernes	Miercoles y sabado	23	25,3
Merced	29	3	42	14	Diaria	7	Lunes y viernes	5	Martes y viernes	Miercoles y sabado	21	23,1
Carmen	20	2	20	10	Diaria	10	Martes y viernes			Miercoles y sabado	20	22
Catedral	28	2	24	10	Diaria	14	Martes y viernes			Miercoles y sabado	24	26,4
Hatillo	33	2	53	25	Lunes y jueves	28	Martes y viernes			Miercoles y sabado	28	30,8
San Sebastian	31	3	32	2	Diaria	12	Lunes y jueves	18	Martes y viernes	Miercoles y sabado	20	22
San Francisco	19	2	24	12	Lunes y jueves	12	Martes y viernes			Miercoles y sabado	12	13,2
Zapote	18	2	24	12	Lunes y jueves	12	Martes y viernes			Miercoles y sabado	12	13,2
Bulevar Mañana	17	1	10	10	Diaria						10	11
Bulevar tarde	11	1	10	10	Diaria						10	11
Centro tarde	18	1	11	11	Diaria						11	12,1

Fuente: MSJ-SLU-IN01. IN01. Instructivo Instrucciones Trabajo Servicio Limpieza

Urbana

Cada Unidad de trabajo contará con un mapa donde se detallan los límites de cada ruta de barrido (1 080 000 metros lineales de acera y cordón de caño según SIMM), el cual es de una dimensión tal que se pueda atender en su totalidad por un funcionario en una jornada. Dichas rutas deberán de tener una longitud aproximada entre 1.5 km a 2.5 km.

La frecuencia de barrido es definida por la expectativa de la comunidad y por el cálculo del cobro de la tasa de limpieza urbana. Como mínimo se deberá de barrer cada ruta dos veces a

la semana y como máximo 6 veces por semanas. Las frecuencias mínimas tienden a ser en sectores limpios, mientras que las frecuencias mayores en el centro de San José.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa o institución

Origen y fechas más relevantes del cantón de San José

El origen del nombre del cantón se remonta a la construcción de una ermita dedicada a San José el 21 de mayo de 1737. El cantón, la ciudad y la provincia son homónimas y el término San José (o Chepe, en contextos coloquiales) se puede referir a cualquiera de las tres.

La Municipalidad de San José fue fundada en 1848 y es la institución encargada de la administración y el gobierno local de la ciudad de San José, la capital de Costa Rica. A lo largo de su historia, la Municipalidad de San José ha trabajado en la mejora de los servicios públicos, la promoción del desarrollo económico y social de la ciudad, la protección del patrimonio cultural y natural de la región.

Entre los principales antecedentes de la Municipalidad de San José se encuentran la construcción del Parque Nacional en 1892, la inauguración del Mercado Central en 1880, la creación del servicio de transporte público en 1888 y la construcción de la Casa de la Cultura en 1971.

En el año 2017 el Gobierno Local creó la Marca Ciudad con la intención de posicionar a San José a nivel mundial, con la consigna “Más destino que camino”. El “Vive” significa; una ciudad activa y dinámica, que se asocia con el ¡pura vida! de los costarricenses.

En la actualidad, la Municipalidad de San José sigue trabajando en la mejora de los servicios públicos y la promoción del desarrollo económico y social de la ciudad, implementando iniciativas como la ampliación del servicio de transporte público, la rehabilitación de parques y áreas verdes, la promoción del turismo y la cultura en la ciudad.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Definición y medición del problema

A partir del problema identificado en el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José se refiere a un mal aprovechamiento del tiempo y recursos, lo que resulta en una falta de certeza sobre si las rutas establecidas para el barrido manual están en línea con los tiempos necesarios. Además, no se cuenta con un estudio técnico que respalde el proceso, lo que aumenta el riesgo de errores y desperdicio de recursos.

Este problema tiene un impacto negativo en la productividad y eficiencia de la organización, ya que el personal no está utilizando su tiempo y recursos de manera efectiva. Esto se traduce

en costos innecesarios y una disminución en la calidad de los servicios prestados a la comunidad.

La jefatura inmediata de la parte operativa ha identificado el problema y reconoce la necesidad de mejorar el proceso de barrido manual. Sin embargo, la falta de control y métricas para evaluar el cumplimiento de los objetivos dificulta la implementación de soluciones efectivas.

La medición del problema se realizó a través de un estudio de tiempos y movimientos en un distrito específico, que demostró la existencia del problema y proporcionó información valiosa para abordarlo. Es necesario realizar más estudios para tener una visión completa del problema y desarrollar soluciones específicas y efectivas.

La resolución del problema identificado en el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José podría llevar varios meses, dependiendo de la complejidad de las soluciones implementadas. El tiempo estimado para su resolución dependerá de varios factores, como la disponibilidad de recursos, la complejidad del proceso, el número de personas involucradas y la magnitud del problema.

Para abordar este problema, se requerirán medidas como la revisión del proceso de barrido manual, la optimización de rutas y tiempos, la implementación de un sistema de control y métricas, y la capacitación del personal. Todas estas soluciones tendrán que ser diseñadas e implementadas cuidadosamente para asegurar su eficacia y sostenibilidad.

El problema ocurre en diferentes momentos del proceso de barrido manual. En particular se presenta una falta de certeza, sobre si las rutas establecidas para el barrido manual están en línea con los tiempos necesarios.

1.3.2 Justificación del proyecto

La propuesta de mejora para incrementar la eficiencia en el proceso de barrido manual del Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José, tiene una justificación sólida basada en varios beneficios.

En primer lugar, el proceso de barrido manual actualmente tiene un excesivo tiempo muerto y mala gestión en el proceso, lo que implica un alto costo en términos de horas hombre y recursos materiales. Por lo tanto, la implementación de esta propuesta de mejora permitiría reducir estos costos, lo que se traduciría en un ahorro significativo para la organización.

Además, la propuesta de mejora busca validar el tamaño o dimensión de una ruta de barrido para un trabajador promedio y establecer un sistema de control o indicadores del personal para el momento de realizar el proceso de barrido manual permitiría aumentar la eficiencia del proceso. Con una ruta de barrido adecuada y un sistema de control para el personal encargado del proceso de barrido manual, se podrían evitar los tiempos muertos y optimizar el proceso de limpieza de las calles y aceras de la ciudad.

La implementación de la propuesta de mejora también beneficiaría al personal encargado del proceso de barrido manual, ya que permitiría establecer un sistema de control y seguimiento que les permitiría desempeñar mejor su trabajo y cumplir con los objetivos establecidos.

Además, la eficiente limpieza de las calles y aceras de la ciudad tiene un impacto social significativo, ya que contribuye a mejorar la imagen de la ciudad y a ofrecer un ambiente más

saludable y agradable para los residentes y visitantes. Por lo tanto, la implementación de la propuesta de mejora tendría un impacto social positivo.

1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Proponer una mejora en el proceso de barrido manual del Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José, mediante la utilización del método DMAIC, con el fin de incrementar la eficiencia del proceso al disminuir los desperdicios de tiempo, mejorar el desempeño del personal encargado del proceso de limpieza urbana y validar completamente el proceso.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar un análisis detallado del proceso de barrido manual actual, identificando las actividades que generan tiempos muertos y los puntos de mayor congestión en la ruta de barrido.
2. Diseñar un nuevo proceso de barrido manual, utilizando el método DMAIC, que optimice la ruta de barrido y minimice los tiempos muertos.
3. Establecer un sistema de control y seguimiento para el nuevo proceso de barrido manual, con el fin de detectar oportunamente desviaciones y corregirlas para mantener los niveles de eficiencia.

4. Evaluar los resultados del nuevo proceso de barrido manual implementado, midiendo la reducción de los tiempos muertos y la mejora en la eficiencia del personal encargado del proceso de limpieza urbana en la Municipalidad de San José.

1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

El proyecto se realizará en la parte de la Organización de Servicios Ambientales, en el área de Servicio de Limpieza Urbana, el proceso en donde se estará enfocando es en el de barrido manual, el período de tiempo en el cual se va a realizar el proyecto abarca todo el primer y parte del segundo cuatrimestre del 2023, específicamente del 6 de febrero al 31 de junio.

- Análisis detallado del proceso de barrido manual en la sección de limpieza urbana, identificando las actividades realizadas, los tiempos de ejecución y los posibles puntos críticos del proceso.
- Estudio de 3 distritos específicos los cuales son Hatillo, Carmen y Hospital, esto para analizar la eficiencia del proceso de barrido manual en cada uno de ellos, con el fin de identificar las diferencias en el proceso y las posibles oportunidades de mejora.
- Diseño e implementación de un plan piloto en uno de los distritos seleccionados, para evaluar la efectividad de la propuesta de mejora en el proceso de barrido manual.

- Evaluación de la efectividad del plan piloto mediante la realización de mediciones de tiempo, el análisis de la satisfacción de los usuarios y la evaluación de la calidad del trabajo de limpieza.
- Desarrollo de un informe detallado con los resultados del análisis del proceso de barrido manual, el estudio de los distritos seleccionados, la propuesta de mejora y los resultados del plan piloto, para ser presentado a la organización de servicios ambientales y ser considerado para su implementación a nivel de la Sección de Limpieza Urbana en la organización.

1.5.2 Limitaciones

- Falta de flexibilidad en la estructura organizacional que puede retrasar la implementación de mejoras en el proceso.
- Tiempo limitado para realizar la investigación y análisis del proceso de barrido manual.
- Es posible que algunos empleados o gerentes de la organización no estén abiertos a los cambios propuestos, lo que podría dificultar la implementación de mejoras en el proceso de barrido manual.
- Puede haber limitaciones técnicas con los equipos y herramientas de limpieza actuales, lo que podría limitar la eficacia de cualquier mejora propuesta.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

El presente proyecto de investigación consiste en proponer una mejora en incrementar la eficiencia en el proceso de barrido manual del Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José, además de valorar el uso de los recursos existentes. Para tales efectos se necesita definir conceptos relativos al tema de la investigación, así como definir las herramientas ingenieriles a utilizar. Lo anterior para facilitar la comprensión y entendimiento del proyecto de investigación.

2.1.1 Ingeniería Industrial

Según Niebel y Freivalds (2014), "La ingeniería industrial es la disciplina que trata del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía para lograr eficiencia, calidad y productividad en la producción de bienes y servicios" (p. 3).

En su libro "La práctica de la administración", Drucker (1954) afirma que la ingeniería industrial es una disciplina esencial para la mejora de la eficiencia empresarial, ya que se enfoca en la medición y análisis de datos para la toma de decisiones estratégicas. Drucker argumenta que la ingeniería industrial es una herramienta valiosa para la optimización de los procesos de producción y la gestión de recursos, lo que permite a las empresas ser más productivas y competitivas.

La ingeniería industrial puede aportar mejoras significativas en el proceso de barrido manual a través de la aplicación de métodos de trabajo eficientes y la implementación de herramientas y tecnologías adecuadas.

2.1.2 Mejora de procesos

Según Atkins (2009), la mejora continua es un enfoque sistemático para mejorar los procesos de una organización, con el fin de aumentar la eficiencia, reducir los costos y mejorar la calidad del producto o servicio.

Existen diversas herramientas y técnicas utilizadas en la mejora de procesos. Algunas de las técnicas más comunes incluyen:

1. **Análisis de procesos:** El análisis de procesos implica el estudio detallado de los pasos en un proceso y la identificación de posibles cuellos de botella o áreas de ineficiencia.
2. **Control estadístico de procesos (CEP):** El CEP es una técnica que se utiliza para monitorear y controlar un proceso a lo largo del tiempo. Se recopilan datos del proceso y se utilizan técnicas estadísticas para analizarlos y tomar decisiones para mejorar el proceso.
3. **Diseño de experimentos (DOE):** El DOE es una técnica para diseñar experimentos con el fin de identificar factores que afectan el rendimiento de un proceso y optimizar el proceso en consecuencia.

4. Análisis de causa raíz: El análisis de causa raíz es una técnica que se utiliza para identificar la causa subyacente de un problema.

2.1.3 Estandarización

La estandarización en el proceso de barrido manual se refiere a la creación y aplicación de un conjunto de procedimientos y criterios uniformes para realizar la tarea de barrido de manera consistente y eficiente.

Esto incluye la definición de los métodos adecuados para el manejo de las herramientas de limpieza, la frecuencia y el alcance del barrido, la forma de eliminar los residuos y la manera de reportar cualquier problema o anomalía en el proceso.

Según el libro "Introducción a la Ingeniería Industrial" de Richard C. Vaughn, la estandarización se refiere a la creación y adopción de normas y procedimientos para realizar una tarea específica de manera uniforme. La estandarización puede incluir la creación de especificaciones para materiales, el desarrollo de procedimientos de trabajo, la identificación de métodos de prueba y la documentación de procesos. (Vaughn, 2011).

De acuerdo con Niebel y Freivalds (2014) aborda la estandarización en el contexto de la ingeniería de métodos, donde se discute cómo los estándares de trabajo pueden mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos productivos. En el libro se presenta el concepto de "estándares de trabajo", que son procedimientos detallados que describen cómo se debe realizar una tarea específica. Además, se discute cómo los estándares de trabajo pueden ser

utilizados para establecer tiempos estándar para realizar una tarea y cómo pueden ser utilizados como base para la mejora continua de los procesos productivos.

2.1.4 Eficiencia

La eficiencia puede ser entendida como la capacidad de realizar una tarea, actividad o proceso de la manera más efectiva posible, utilizando la menor cantidad de recursos posibles (tiempo, dinero, energía, materiales, etc.). Es decir, se trata de obtener los mejores resultados con los recursos disponibles, evitando cualquier tipo de desperdicio o sobrecarga.

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2012), presenta la eficiencia en el contexto de la administración de operaciones. Los autores definen la eficiencia como "la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados para obtenerlos".

Además, en el libro se discute cómo la mejora continua de los procesos productivos puede contribuir a aumentar la eficiencia en las operaciones. Los autores señalan que, para lograr una mejora continua en la eficiencia, es necesario aplicar métodos sistemáticos de análisis y mejora de los procesos productivos, como el análisis de valor y la reingeniería de procesos.

Luis Carlos Palacio Acero define la eficiencia como "el uso óptimo de los recursos disponibles para la producción de bienes y servicios" (Palacio, 2011, p. 48). En este sentido, la eficiencia se relaciona con la maximización de la producción o el logro de objetivos específicos utilizando la menor cantidad de recursos posibles.

Además, aborda la importancia de la eficiencia en la mejora de los procesos productivos y la reducción de costos. Para ello, presenta diferentes técnicas y herramientas para la mejora de la eficiencia en los procesos, como el análisis de tiempos y movimientos, la estandarización de métodos y el uso de herramientas de mejora continua.

2.1.5 Productividad

Según Felipe Gutarra Meza define la productividad como "la relación entre la cantidad de producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla". (Gutarra, 2015, p. 78).

Esta definición hace referencia a la capacidad de una empresa o un proceso productivo para generar bienes o servicios utilizando los recursos disponibles de manera eficiente. En este sentido, la productividad es un indicador clave para medir la eficiencia de un proceso y su capacidad para generar valor para los clientes y la empresa.

Como nos menciona Cruelles (2013), la productividad se define como "la relación entre los resultados conseguidos y los recursos empleados para lograrlos". (p. 134). Esta definición se enfoca en la capacidad de una empresa para utilizar de manera eficiente sus recursos, incluyendo el tiempo, el trabajo y los materiales, para producir un producto o servicio de alta calidad. La productividad es un indicador clave para medir la eficiencia de un proceso productivo. Una alta productividad puede ayudar a una empresa a mejorar su rentabilidad y su posición competitiva en el mercado.

Cruelles también enfatiza la importancia de la mejora continua en la productividad, a través de la aplicación de herramientas y técnicas de gestión de la calidad, la eliminación de actividades innecesarias y desperdicios. La mejora continua es esencial para mantener y aumentar la productividad a largo plazo y para mantener la competitividad en el mercado.

La productividad se refiere a la relación entre la cantidad de recursos utilizados y los resultados obtenidos en un proceso o actividad determinada.

2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

2.2.1 Seis Sigma

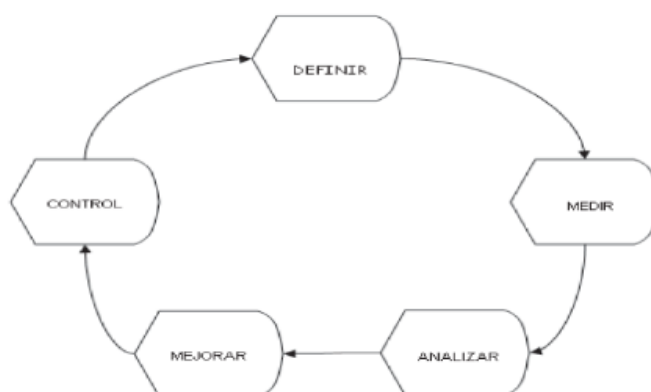
El Seis Sigma es un enfoque sistemático y disciplinado para mejorar la calidad y reducir la variabilidad en los procesos. El objetivo del Seis Sigma es lograr un nivel de calidad que esté más allá de las expectativas del cliente, que cumplan con los requisitos del proceso, mediante la identificación y eliminación de causas de defectos y la reducción de la variación en los procesos de producción. (Gutiérrez, 2010).

La filosofía Seis Sigma busca lograr la máxima calidad y eficiencia en los procesos de una empresa, a través de la reducción de la variabilidad y el control estadístico de los mismos. Se busca minimizar los errores y defectos en los procesos. En consecuencia, mejorar la satisfacción del cliente, aumentar la rentabilidad y disminuir los costos de producción.

Esta metodología se compone de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Cada una de estas fases tiene un objetivo específico y está diseñada para ayudar a los equipos de mejora a identificar y solucionar problemas de manera sistemática y efectiva.

A continuación, en la figura #7 se presenta el Ciclo de DMAIC.

Figura 7 Ciclo de DMAIC



Fuente: Herrera Acosta, R. J. (2012). Seis Sigma: métodos estadísticos y sus aplicaciones

A continuación, en la figura 4 se presenta una visualización de las diferentes fases de la operación del DMAIC, destacando la importancia de cada fase y su contribución para alcanzar resultados exitosos en la mejora de procesos.

Figura 8 Operación del DMAIC



Fuente: Herrera Acosta, R. J. (2012). Seis Sigma: métodos estadísticos y sus aplicaciones

A continuación, se detallan cada una de estas fases en profundidad y el respectivo objetivo que tiene cada una de estas fases.

2.2.1.1 Definir

En esta etapa se establecen los objetivos y se definen los límites del proyecto. También se identifican los clientes y sus necesidades, se establece el alcance del proyecto, se selecciona el equipo de trabajo y se establecen los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo.

La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso no se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos aportados

por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto.

2.2.1.2 Medir

Esta sección es evaluada mediante la capacidad de procesos, basado en este estudio, se tomarán en cuenta para evaluar las operaciones identificadas.

En esta etapa se lleva a cabo una medición y análisis detallado del proceso actual. Se recopilan datos y se utilizan herramientas estadísticas para evaluar la calidad del proceso. Se identifican los problemas y se determinan las causas raíz de estos.

Una vez que se tenga la información recolectada, se emplea herramientas como histogramas, gráficos de Pareto, gráficos de dispersión, gráficos de causa y efecto y gráficos de línea, que son de gran utilidad para el análisis de los datos obtenidos.

2.2.1.3 Analizar

En esta etapa se analizan los datos recopilados en la etapa anterior para identificar las oportunidades de mejora. Se busca entender en profundidad el proceso, se identifican las áreas de mejora y se desarrollan soluciones potenciales.

Para entender cómo y por qué se genera el problema es importante utilizar herramientas como: lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa y mapeo de procesos. Así, una vez comprobada la hipótesis planteada se definen las causas de la variabilidad y se establecen las posibles oportunidades de mejora.

2.2.1.4 Implementar

En esta etapa se implementan las soluciones desarrolladas en la etapa anterior. Se llevan a cabo cambios en el proceso y se monitorea su efectividad para asegurarse de que se está mejorando el proceso.

2.2.1.5 Controlar

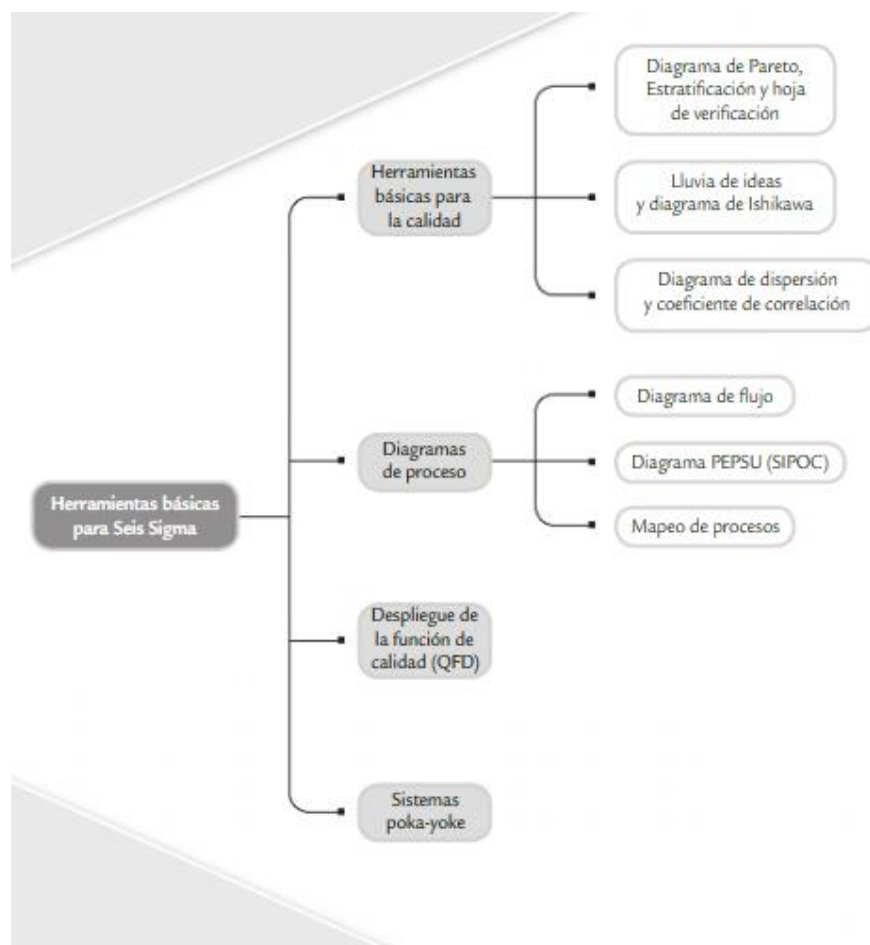
En esta etapa se implementan medidas para mantener los cambios realizados en el proceso y asegurarse de que se sigan realizando mejoras. Se establecen planes de seguimiento y se monitorean los indicadores clave de rendimiento para asegurarse de que el proceso sigue funcionando de manera efectiva.

Es importante destacar que esta metodología se aplica de forma cíclica, es decir, una vez que se implementan las soluciones y se monitorean sus resultados, se vuelve a la etapa de definición para comenzar un nuevo ciclo de mejora continua.

2.2.2 Herramientas utilizadas en la metodología DMAIC.

Las herramientas utilizadas en la metodología DMAIC tienen como objetivo ayudar a los equipos de mejora a identificar y solucionar problemas de manera sistemática y efectiva. Estas herramientas son fundamentales para recopilar y analizar datos, identificar oportunidades de mejora, implementar soluciones y medir el impacto de las mejoras en los procesos.

Figura 9 Herramientas básicas para Seis Sigma



Fuente: Gutiérrez (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma

2.2.2.1 Diagrama de Flujo

Según Gutiérrez Pulido y Vara Salazar (2013), el diagrama de flujo es una herramienta que permite visualizar la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, así como la relación entre ellas. Esta herramienta es de gran utilidad para analizar y mejorar un proceso, ya que ayuda a identificar posibles cuellos de botella, redundancias o errores en el mismo. Además, el diagrama de flujo es una herramienta fundamental en la metodología de Six Sigma y el Control Estadístico de la Calidad, ya que permite representar gráficamente los procesos y las mejoras que se realizan en ellos.

En la creación el diagrama de flujo se emplean ciertos símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso, por ejemplo:

1. El símbolo de inicio / fin: representa el inicio o fin del proceso y se representa con un óvalo.
2. El símbolo de entrada / salida: representa la entrada o salida de información en el proceso y se representa con un paralelogramo.
3. El símbolo de proceso: representa una acción o tarea que se debe realizar en el proceso y se representa con un rectángulo.
4. El símbolo de decisión: representa una opción que se debe tomar en el proceso y se representa con un rombo.
5. El símbolo de conexión: se utiliza para unir dos o más partes del diagrama de flujo y se representa con una línea recta.

2.2.2.2 Mapa de procesos

De acuerdo con Miranda (2006). “Es una metodología que permite orientar y redefinir los principales elementos del proceso para la reinención de este de acuerdo con lo que el cliente considera de valor”. Conocer el mapa del proceso permite planear e identificar los elementos de entrada y salida para mejorar su diseño y operación entre los aspectos más importantes, con el objetivo de establecer las estrategias necesarias para resolver las necesidades de nuestros clientes (interno / externo); además permite resaltar los principales obstáculos y oportunidades que se pueden presentar, por lo anterior, es la forma de medir los avances en forma sistemática y de comunicar los requerimientos a toda la empresa.

Figura 10 Mapa de proceso



Fuente: Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*.

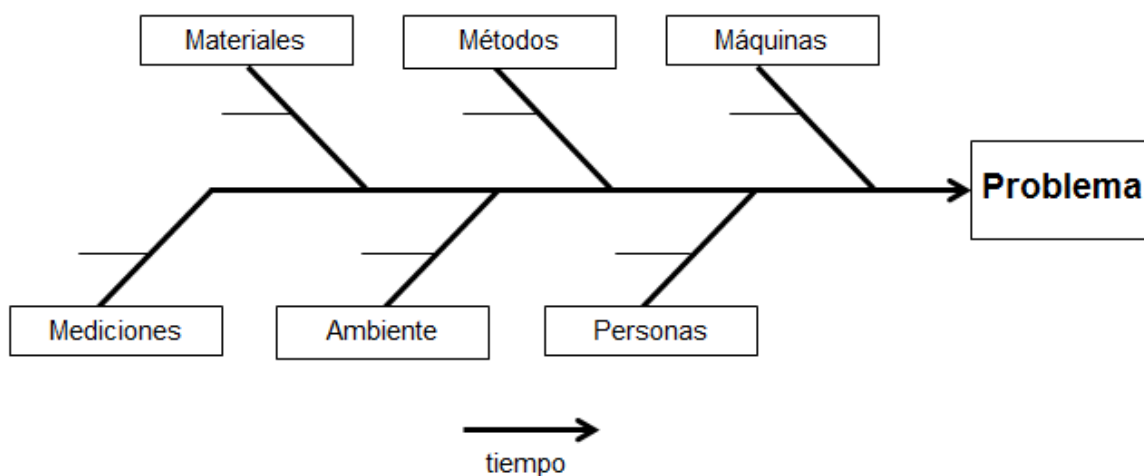
2.2.2.3 Diagrama Ishikawa

Es una técnica que permite la identificación y clasificación de ideas e información relativas a las causas de los problemas. En este diagrama, se van identificando las posibles causas que pueden haber llegado a generar un problema, empezando por cuatro o cinco categorías principales. Aunque pueden ser más o menos según el equipo de trabajo decida. Estas categorías suelen ser las siguientes:

1. Mano de obra: Se refiere a todo lo relacionado con el personal involucrado en el proceso, como su capacitación, habilidades y experiencia.
2. Métodos: Todos los procedimientos y procesos utilizados en el trabajo. Los problemas relacionados con los métodos pueden incluir la falta de procedimientos adecuados, la falta de estandarización o la falta de claridad en los procedimientos.
3. Máquinas: Es todo lo relacionado con el equipo utilizado en el proceso, como su estado, su capacidad y su mantenimiento.
4. Material: Esta categoría se refiere a todo lo relacionado con los materiales utilizados en el proceso, como su calidad, cantidad y disponibilidad.
5. Mediciones: Precisión y confiabilidad de las mediciones utilizadas en el proceso.
6. Medioambiente: Factores ambientales que pueden influir en el proceso, como la temperatura, la humedad y la iluminación.

La siguiente ilustración es un ejemplo del diagrama de Ishikawa:

Figura 11 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

2.2.2.4 Diagrama SIPOC

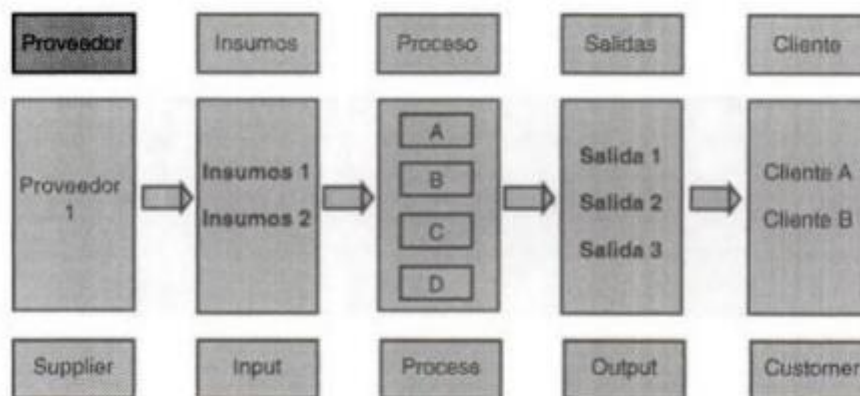
El diagrama SIPOC es una herramienta utilizada en la gestión de procesos que se utiliza para describir un proceso en términos de sus componentes clave. (Pyzdek y Keller, 2014).

Las siglas SIPOC significan: Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Proceso), Outputs (Salidas) y Customers (Clientes). Cada una de las letras representa una sección del diagrama que describe un aspecto específico del proceso. En conjunto, estas secciones forman

una descripción detallada del proceso y sus interacciones con los proveedores, clientes y otros procesos.

La siguiente ilustración es un ejemplo del diagrama SIPOC

Figura 12 Diagrama SIPOC



Fuente: Tovar, A. (2007). CPIMC Un modelo de administración por procesos.

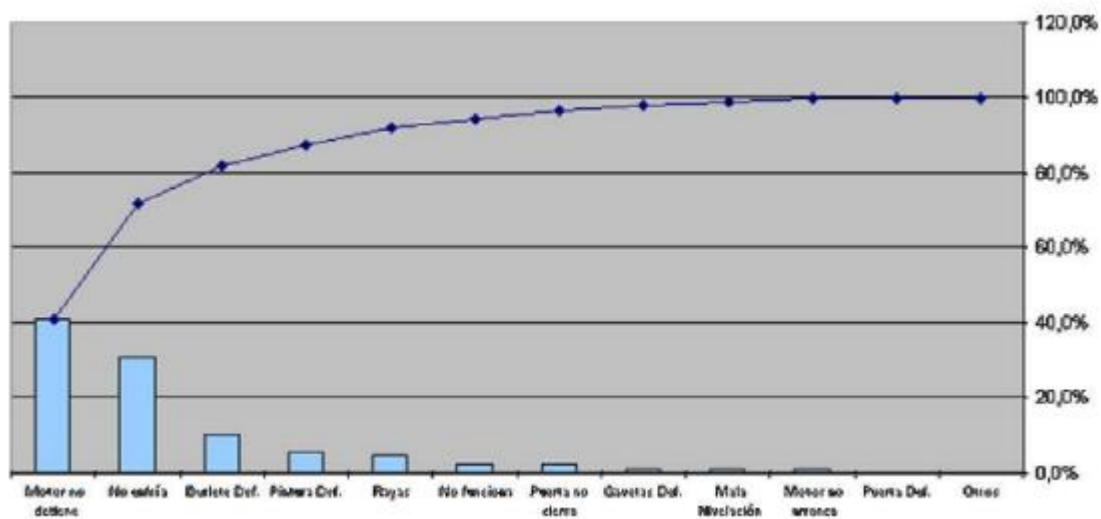
2.2.2.5 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta de gestión de calidad que se utiliza para identificar y priorizar los problemas o causas de los problemas en un proceso o sistema. El diagrama de Pareto se basa en el principio de Pareto, también conocido como la "regla del 80/20", que establece que aproximadamente el 80% de los efectos se deben al 20% de las causas.

El diagrama de Pareto se crea mediante la identificación y el registro de todas las causas posibles de un problema y luego se clasifican por orden de frecuencia o impacto en una tabla o gráfico de barras. Esto permite a los gerentes y equipos de calidad identificar las causas más importantes o comunes de un problema y tomar medidas para abordarlas de manera efectiva.

A continuación, en la figura # 13 se presenta un ejemplo de un Diagrama de Pareto.

Figura 13 Diagrama Pareto



Fuente: Sales, M. (2013). Diagrama de Pareto.

2.2.2.6 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es una técnica utilizada en ingeniería industrial para medir el tiempo que se requiere para que un trabajador cualificado realice una tarea determinada, con el objetivo de establecer un tiempo estándar para esa tarea. Este tiempo estándar se utiliza como base para determinar la eficiencia de los trabajadores, los procesos productivos y para establecer objetivos de mejora en la productividad.

Según Niebel (2010), describe la metodología para realizar un estudio de tiempos, incluyendo la selección de la tarea a medir, la identificación y eliminación de los factores que pueden afectar la precisión del estudio, la recopilación de datos, el análisis y la interpretación de los resultados.

2.2.2.7 Bitácora de observación

Es un registro sistemático y detallado de los datos obtenidos durante la observación de un proceso o sistema, es una herramienta importante utilizada en ingeniería industrial para la recopilación y análisis de datos.

La Bitácora de Observación es una herramienta versátil que puede ser utilizada para una amplia variedad de propósitos, incluyendo el análisis de procesos, la identificación de problemas y

oportunidades de mejora, la evaluación de la eficiencia, la productividad y la recolección de datos para estudios posteriores.

2.2.3 Manufactura Lean

Según el libro "Lean Manufacturing. Paso a Paso" de Socconini (2019), el término "Lean" se refiere a una filosofía de producción que tiene como objetivo maximizar el valor para el cliente y minimizar el desperdicio de recursos. Esta filosofía se basa en la eliminación de actividades que no agregan valor al producto o servicio final y en la mejora continua de los procesos.

La filosofía Lean se basa en cinco principios fundamentales:

1. Identificar el valor para el cliente
2. Identificar la cadena de valor y los flujos de valor
3. Crear flujo continuo en los procesos
4. Establecer sistemas pull para la producción
5. Buscar la mejora continua

2.2.3.1 Cinco S (5S)

El libro "5S para todos: 5 pilares de la fábrica visual" escrito por Hiroyuki Hirano, proporciona una guía práctica y detallada sobre los principios de las 5S, un método de organización y gestión de la calidad muy utilizado en la industria. Las 5S son un conjunto de prácticas para organizar

el lugar de trabajo y mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad. Cada "S" representa un principio específico que se enfoca en la eliminación del desperdicio y la creación de un ambiente de trabajo más eficiente y productivo. (Hirano, 2018).

Las 5S son un conjunto de prácticas para organizar el lugar de trabajo y mejorar la eficiencia, la seguridad y la calidad. Cada "S" representa un principio específico que se enfoca en la eliminación del desperdicio y la creación de un ambiente de trabajo más eficiente y productivo.

Las 5S son:

1. **Seiri (Clasificación):** Consiste en separar los elementos necesarios de los innecesarios y eliminar todo lo que no sea esencial.
2. **Seiton (Orden):** Una vez clasificados los elementos necesarios, se organizan de manera que sean fáciles de encontrar y utilizar.
3. **Seiso (Limpieza):** Se realiza una limpieza exhaustiva del área de trabajo para mantener un ambiente seguro y saludable.
4. **Seiketsu (Normalización):** Se establecen normas y procedimientos estandarizados para mantener el área de trabajo organizada y limpia.
5. **Shitsuke (Disciplina):** Se fomenta una cultura de mejora continua en la que todos los empleados participan activamente en la implementación y mantenimiento de las 5S.

2.2.4 Indicadores de gestión (KPI).

Los indicadores de gestión, o KPI por sus siglas en inglés (Key Performance Indicators), son medidas específicas que se utilizan para evaluar el desempeño de una organización con

relación a sus objetivos estratégicos y operativos. Estos indicadores se utilizan para medir y monitorear el rendimiento de diferentes áreas de la organización, como finanzas, recursos humanos, marketing, operaciones, entre otras. (Niebel, B. W. y Freivalds, 2014).

Los KPI se establecen en función de los objetivos específicos de la organización y se seleccionan para reflejar los resultados clave que se buscan alcanzar. Además, estos deben ser medibles, comparables, relevantes y deben proporcionar información valiosa para la toma de decisiones.

La implementación de los KPI en una empresa permite establecer un sistema de gestión por objetivos, en el que se fijan metas claras y se miden los resultados obtenidos con relación a estas metas. Esto permite a la empresa conocer su desempeño en tiempo real, identificar áreas de mejora y tomar decisiones para optimizar sus procesos y mejorar su rendimiento. (Gutiérrez, 2010).

2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Costa Rica ha liderado la implementación de los principios de Gobierno Abierto, avanzando hacia un Estado Abierto en el que los poderes públicos asumen la responsabilidad de integrar la transparencia, la participación ciudadana y la co-creación para mejorar la calidad de vida de las personas. En este marco, se ha generado una metodología de estrategias de participación ciudadana en el ámbito local en Costa Rica, con el objetivo de ofrecer una ruta básica de implementación de acciones para abrir con clave de participación ciudadana los gobiernos locales. (Hernández y Montero, 2020).

La limpieza de infraestructura pública en Costa Rica se realiza principalmente a través de la gestión municipal, ya que son los gobiernos locales los encargados de mantener limpios los espacios públicos y de garantizar la correcta disposición de los residuos.

Es importante mencionar que en Costa Rica existe una Ley de Gestión Integral de Residuos que establece las responsabilidades de los diferentes actores en la gestión de los residuos, así como las normas y procedimientos a seguir en la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los mismos. La ley promueve la separación de los residuos en origen, fomenta la reducción y el reciclaje de estos y establece sanciones para quienes incumplan con las normas establecidas. Ministerio de Salud de Costa Rica. (2016).

En un artículo publicado por Gomes (2018). Menciona que, en Alemania, la limpieza urbana es mecanizada y eficiente gracias a la utilización de vehículos motorizados, como barredoras, sopladores de hojas y aspiradores gigantes, que circulan constantemente por las calles. También se utilizan pequeños tractores para recortar la hierba en los parques, campos y camiones para remover la nieve en invierno. Además, la alcaldía de Dresde ha adoptado una aplicación para que los ciudadanos puedan informar sobre puntos de la ciudad que necesitan limpieza. Los tambos de basura están ubicados por toda la ciudad, con algunos específicos para cada tipo de residuo y el reciclaje comienza en casa.

Según un artículo de Viaje.jp (2022). La limpieza en Japón, que se inculca desde la infancia y forma parte de la educación y la vida cotidiana. Esta cultura se basa en la idea de que la limpieza es necesaria para conservar la salud del cuerpo y del espíritu y tiene raíces en el santuismo y el budismo zen. Los japoneses son conscientes de que un solo individuo puede

afectar a la sociedad en su conjunto y se esfuerzan por mantener limpios tanto los lugares públicos como sus hogares. En tiempos de pandemia mundial, la cultura de la limpieza y la conciencia social han contribuido a que el número de personas contagiadas y fallecidas sea menor en Japón que en otros países del mundo.

2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

En este apartado se hace referencia a proyectos realizados anteriormente relacionados con el proyecto de investigación, mencionando las experiencias que han tenido otras organizaciones, incrementando la eficiencia operativa, enfocado en satisfacer las necesidades del proceso.

Este proyecto de investigación logró diseñar una propuesta de mejora al proceso de alistamiento de kits en la empresa East West Manufacturing. Se utilizaron herramientas ingenieriles y la metodología DMAIC para identificar las principales causas de ineficiencia en el proceso y establecer oportunidades de mejora. Se propusieron mejoras en el criterio de almacenamiento, diseño del área y organización de la bodega, lo que permitiría aumentar la eficiencia y capacidad productiva de la empresa. (Delgado,2022).

Este proyecto de mejora propone varias estrategias para mejorar la productividad del Centro de Recolección de Material Valorizable (CRMV), incluyendo propuestas de gestión comercial, multas para fomentar la distinción de material valorizable, mejoras en el clima organizacional

y ajustes en la velocidad de la banda transportadora. Se recomienda generar mayor interés en la población para participar en campañas de reciclaje, brindar educación sobre el tema y llevar un control de los materiales que ingresan al CRMV. Además, se sugiere realizar estudios de mercado cada seis meses y solicitar mantenimiento preventivo de la banda transportadora para evitar el mantenimiento correctivo. (Rojas, 2021).

Este proyecto de mejora tuvo como objetivo mejorar los procesos de soporte técnico en un departamento de tecnologías de información. A partir del estudio realizado, se lograron identificar y mapear los procedimientos actuales y se propuso la reformulación de los indicadores actuales que no se ajustaban a la realidad del departamento. Además, se logró identificar dos procesos de alto impacto que presentaban opciones de mejora y se implementaron medidas para mejorar la comunicación y la eficiencia del personal de soporte técnico. Las recomendaciones a partir del estudio incluyen establecer medidas de mejora para los puntos excluidos del proyecto, contratar personal formado en temas de mejora continua, fortalecer la cultura de uso y mejora por medio de indicadores y pronósticos en el departamento, y dar continuidad al plan de implementación de fichas de procesos para las otras áreas del departamento. (Mora, 2019).

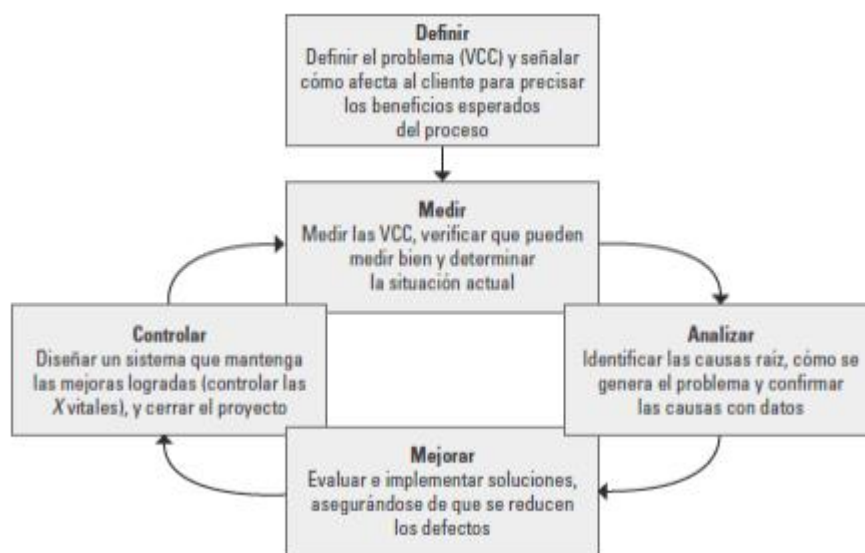
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Metodología para la definición del problema

En este proyecto de investigación se emplea la metodología DMAIC para identificar las causas de la variabilidad en un proceso y proponer soluciones para mejorar su desempeño.

Esta metodología se basa en 5 etapas que se enfocan en el uso de herramientas ingenieriles.

Figura 14 Metodología DMAIC para la resolución de problemas



Fuente: Gutiérrez, De la Vara (2008).

La figura previa ilustra la metodología DMAIC, que se enfoca en la recolección de datos para definir, diseñar y evaluar medidas adecuadas para resolver los problemas y mejorar el

rendimiento del proceso evaluado. Cada etapa de esta metodología está diseñada para lograr estos objetivos específicos.

El proceso realizado en la selección metodológica del proyecto para el diagnóstico y la definición del problema se basará en un enfoque sistemático y estructurado. Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con la eficiencia en procesos de barrido manual y control de calidad en servicios de limpieza urbana. Esto permitió obtener información sobre enfoques metodológicos utilizados en situaciones similares y comprender los desafíos comunes en este tipo de procesos.

Al implementar cada uno de estos enfoques, se brindará apoyo metodológico mediante la revisión de estudios anteriores en los que estos enfoques se han aplicado con éxito en situaciones similares. La elección de estos métodos podrá basarse objetivamente en su idoneidad en proyectos de eficiencia durante el proceso de barrido manual.

La investigación permitió recopilar la mayor cantidad de datos posibles por medio de entrevistas, charlas, encuestas y reuniones con el personal involucrado en el proceso de barrido manual. Estos métodos ayudaron a entender la situación actual de dicho proceso y a su vez, se analizaron las oportunidades de mejora aplicables al problema.

A continuación, se presenta la tabla #3 con las metodologías para la definición del problema, así como los diferentes resultados que se pretende obtener y poder argumentar la primera etapa de la metodología DMAIC.

Tabla 3 Metodología para la definición del problema

Metodología	Método de utilización	Expectativas por obtener	Responsables
Entrevista	Realización de una entrevista a la Jefatura de Sección de Limpieza Urbana y a los involucrados directos del proceso de barrido manual.	Conocer los controles y procedimientos existentes que se implementan durante el proceso de barrido manual e identificar las áreas específicas dentro del proceso de barrido manual donde se puede lograr una mayor eficiencia.	Encargado del proyecto, Jefatura de Sección de Limpieza Urbana
Reuniones	Se realizará una reunión con la Jefatura, una vez por semana, para los avances y observaciones que hay a la hora de realización del proceso.	Identificar áreas de mejora en el proceso de barrido manual para aumentar la eficiencia mientras se realiza la diagramación de flujo de proceso paso a paso.	
Diagrama de flujo	Visita con los encargados del proceso de barrido manual para identificar las etapas y puntos críticos del proceso.	Identificar áreas de mejora en el proceso de barrido manual para aumentar la eficiencia mientras se realiza la diagramación de flujo de proceso paso a paso.	Encargado del proyecto, Personal involucrado en el proceso de barrido manual
Lluvia de ideas	Sesión de lluvia de ideas con personal involucrado en el proceso de barrido manual. En esta sesión se deberá identificar y discutir ideas para mejorar el proceso de barrido manual.	Generar una lista de ideas para mejorar el proceso de barrido manual. Seleccionar las ideas más prometedoras para su implementación.	

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

En su enfoque, Stake (2005). Destaca la importancia de comprender y medir aspectos subjetivos, interpretativos y contextuales de los fenómenos estudiados. Reconoce que la medición cuantitativa puede proporcionar datos objetivos, pero argumenta que también es fundamental obtener una comprensión en profundidad de los fenómenos a través de métodos cualitativos.

Se explorarán las diferentes metodologías utilizadas en la etapa de medición del proyecto de mejora de eficiencia en el proceso de barrido manual del departamento de servicio de limpieza urbana de la Municipalidad de San José. Esta etapa es crucial, ya que establece el sistema de medición y proporciona una base sólida para comprender y abordar las causas fundamentales del problema identificado.

Se destacará la importancia de establecer un sistema de medición adecuado y se discutirán las herramientas específicas que se utilizarán para caracterizar el problema utilizando datos. Al comprender y aplicar estas metodologías y herramientas, se sentará una base sólida para el análisis posterior y la generación de soluciones efectivas para incrementar la eficiencia en el proceso de barrido manual del departamento de servicio de limpieza urbana.

A continuación, se presenta la tabla #4 con las metodologías para la medición y respaldo de los datos.

Tabla 4 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

Metodología	Método de utilización	Expectativas por obtener	Responsables
Tiempos y Movimientos	Se utilizará el método del cronómetro y la observación directa, en diferentes rutas de los diferentes distritos	Estimar los tiempos y movimientos necesarios para el proceso de barrido manual en la municipalidad de San José, así como los tiempos muertos y tiempos de alimentación.	Encargado del proyecto, personal involucrado en el proceso de barrido manual
Diagrama de Gantt	Diagramar el proceso de barrido manual con base en horas, lo cual nos permitirá ver el paso a paso del proceso y así observar los tiempos muertos	Visualización clara y dinámica de una ruta de barrido manual y ver el comportamiento de varios sujetos.	Encargado del proyecto
Análisis Estadístico	Recopilación de datos, organización y análisis mediante software especializado	Patrones y tendencias en los datos, establecer relaciones entre personal y rutas. Determinar la significancia estadística de los resultados.	
Diagrama Ishikawa	Realizar una sesión de trabajo con los miembros del equipo encargados del proyecto y otros interesados, con el objetivo de identificar las causas raíz de los problemas en el proceso de barrido manual.	Identificar las causas raíz de los problemas en el proceso de barrido manual. Identificar áreas específicas del proceso que necesitan mejoras.	Encargado del proyecto Supervisor del Distrito

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

La argumentación metodológica del proyecto, se abordará la fase de "Analizar" en el DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) o cualquier otra metodología privilegiada para documentar el análisis. Esta sección proporcionará el respaldo metodológico principal de la propuesta de mejora y establecerá la base para el desarrollo de nuevos procesos, productos o servicios.

Las metodologías utilizadas en el proyecto de mejora del proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José tienen como objetivo principal lograr una mejora continua, optimizar el diseño de las rutas y validar los procedimientos.

El propósito de la planificación de rutas es crear una distribución geográfica óptima y un orden eficiente para las barredoras manuales. El objetivo es minimizar las distancias recorridas, optimizar el uso de recursos y maximizar la cobertura de las áreas barridas.

Finalmente, el propósito de la validación de procedimientos es asegurar que los pasos y operaciones requeridas en el proceso de barrido manual sean eficientes y cumplan con los estándares establecidos. Se realizarán pruebas, controles y evaluaciones para asegurar la fiabilidad y consistencia de los procedimientos y la calidad del servicio.

En la tabla #5 que se presenta a continuación se detalla cómo se aplican las metodologías para la propuesta de mejora

Tabla 5 Metodología para la propuesta de mejora

Metodología	Método de utilización	Expectativas por obtener	Responsables
Mejora Continua	Aplicar el método Kaizen (mejora continua en pequeños pasos)	Identificar oportunidades de mejora en los procesos de barrido manual en la municipalidad de San José, implementar soluciones en pequeños pasos para lograr mejoras graduales y sostenibles.	Encargado del proyecto
Diseño de rutas	Utilizar modelos matemáticos y algoritmos de optimización para encontrar la combinación óptima de rutas de barrido.	Maximizar la eficiencia y minimizar los tiempos muertos, considerando factores como la distancia, la capacidad de los trabajadores y las restricciones operativas.	
Validación de Procedimientos	Pruebas y simulaciones, obtener comentarios y opiniones de los usuarios que ejecutan o están involucrados en el procedimiento.	Mejora de la eficiencia y productividad, retroalimentación y participación del personal, cumplimiento de normas.	
Indicadores	Definición de indicadores de desempeño para evaluar el éxito del proyecto en términos de eficiencia y calidad del servicio.	Monitoreo y control del proceso, mejora continua del servicio y toma de decisiones basadas en datos objetivos.	

Fuente: *Elaboración Propia*

3.4 Metodología para la implementación del proyecto

Según Kerzner, H. (2005) resalta la importancia de contar con un enfoque estructurado y sistemático para la implementación exitosa de proyectos. Aunque no hay una metodología específica definida por Kerzner, sus contribuciones en el campo de la gestión de proyectos enfatizan la necesidad de una planificación detallada, una comunicación efectiva y un seguimiento y control adecuados durante la implementación del proyecto.

Sirve como una guía estructurada para llevar a cabo las acciones necesarias y lograr una implementación exitosa de las mejoras propuestas. Proporciona un marco de trabajo para la planificación, comunicación, capacitación, implementación gradual y monitoreo del proceso de cambio. Su objetivo final es asegurar que las mejoras sean implementadas de manera efectiva, logrando los resultados esperados y generando un impacto positivo en la organización.

Estas metodologías brindan una estructura sólida y facilitan la planificación, coordinación y ejecución de las acciones necesarias para lograr los objetivos propuestos. Su implementación adecuada permitirá impulsar la eficiencia y calidad del servicio de limpieza urbana, generando impactos positivos tanto en la organización como en la comunidad en general.

En la tabla #6 presentamos tres metodologías útiles para la implementación de proyectos: el uso de cronogramas, capacitaciones y la elaboración de un plan de acción. Ambas metodologías permiten establecer una secuencia lógica y temporal para la implementación del proyecto, asignando responsabilidades y plazos para cada tarea.

Tabla 6 Metodología para la implementación del proyecto

Metodología	Método de utilización	Expectativas por obtener	Responsables
Cronogramas	Utilizar un cronograma de actividades que establezca una secuencia lógica y temporal para la implementación del proyecto, asignando responsables y plazos para cada tarea.	Un proyecto implementado de manera ordenada, en el plazo previsto y con una secuencia lógica de tareas que permita un seguimiento eficiente del proceso.	Encargado del proyecto Jefatura Sección de Limpieza Urbana
Plan de Acción	Establecimiento de un plan de acción para la implementación del proyecto, el cual incluye la definición de las tareas a realizar y la asignación de responsabilidades.	Implementación exitosa del proyecto, cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos, mejora en la eficiencia del proceso o servicio.	
Capacitaciones	Comunicar claramente los cambios propuestos a todas las partes involucradas y proporcionar la capacitación necesaria para asegurar que el personal esté preparado para implementar las mejoras.	Adaptación a los nuevos cambios	

Fuente: Elaboración Propia

3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultado

La metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados es esencial en el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José. Proporciona herramientas y enfoques para mejorar la eficiencia, cumplir con estándares de calidad, identificar desviaciones y problemas y facilitar la toma de decisiones. Su aplicación contribuirá a optimizar el proceso de barrido manual y garantizar un servicio de limpieza urbana eficaz y satisfactorio para los ciudadanos.

De acuerdo con Kerzner H. (2005) nos menciona la importancia de implementar un enfoque proactivo en el control y seguimiento de resultados, identificando desviaciones y tomando acciones correctivas de manera oportuna. Asimismo, destaca la necesidad de establecer sistemas de reporte y comunicación efectivos, que permitan mantener a todas las partes interesadas informadas sobre el avance y los resultados del proyecto.

En esta sección, se presenta una tabla que muestra la metodología para la verificación en el proceso de barrido manual, la cual está compuesta por una serie de instrumentos y guías específicas. Estas herramientas son aplicadas en cada fase del proyecto por los responsables de este, con el fin de asegurar que se cumplan los estándares establecidos y se realicen las mejoras necesarias en el proceso.

Tabla 7 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultado

Metodología	Método de utilización	Expectativas por obtener	Responsables
Procedimientos	Elaboración de procedimientos para cada fase del proyecto, identificando las tareas, plazos, responsables y criterios de éxito a seguir.	Verificación y control de la correcta ejecución de cada tarea.	Jefatura de Sección de Limpieza Urbana
Revisiones Mensuales de los Encargados	Definición de indicadores de desempeño para evaluar el éxito del proyecto en términos de eficiencia y calidad del servicio.	Monitoreo y control del proceso, mejora continua del servicio y toma de decisiones basadas en datos objetivos.	
Análisis de tendencias	Monitorear regularmente los datos y resultados del proyecto a lo largo del tiempo para identificar patrones y tendencias.	Cambios significativos en el desempeño, detectar problemas en etapas tempranas y tomar medidas correctivas oportunas.	
Auditorías internas	Revisiones sistemáticas y documentadas de los procesos	Garantizar el cumplimiento de los estándares, procedimientos y políticas establecidos en la Municipalidad de San José.	

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El proceso de barrido en la Municipalidad de San José se refiere a las actividades realizadas para mantener la limpieza de las calles y espacios públicos de la ciudad. Este proceso implica la recolección de residuos y desechos sólidos mediante el uso de escobas, palas y otros equipos manuales. Los trabajadores de limpieza urbana se encargan de barrer las aceras, calzadas y áreas peatonales, recogiendo los desechos y depositándolos en contenedores o bolsas para su posterior recolección. El objetivo principal de este proceso es mantener un entorno limpio y ordenado, contribuyendo así a la salud y bienestar de los ciudadanos y al cuidado del medio ambiente.

4.1.1 Ficha de Operaciones y Secuencia de Operación

La ficha de operaciones proporciona una guía clara y estructurada de las actividades, recursos y responsabilidades involucradas en el proceso de barrido manual. Su utilización permite estandarizar las operaciones, identificar posibles mejoras, facilitar el seguimiento y control del proceso.

Descripción del proceso:

El proceso de barrido manual tiene como objetivo mantener las calles y espacios públicos limpios y libres de residuos mediante la recolección manual de basura, hojas y otros desechos.

A través de este proceso, se asegura la correcta recolección y disposición de residuos sólidos, evitando su acumulación en las calles y reduciendo los riesgos ambientales y sanitarios. Además, el barrido manual refuerza el sentido de comunidad y orgullo cívico al mantener la ciudad limpia y ordenada.

Actividades:

- 1) Identificación de áreas a barrer: Se determinan las zonas y rutas a ser barridas en cada jornada de trabajo.
- 2) Preparación de herramientas y equipos: Se verifica la disponibilidad y el buen estado de las escobas, palas y contenedores de basura.
- 3) Barrido manual: Los trabajadores realizan la limpieza de las áreas designadas, recolectando los desechos con las escobas y depositándolos en los contenedores.
- 4) Limpieza y mantenimiento de herramientas: Se realiza la limpieza y revisión de las herramientas utilizadas al finalizar la jornada de trabajo.

Recursos:

- a) Personal: Equipo de trabajadores encargados del barrido manual.
- b) Equipamiento: Herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo el barrido manual, como escobas, palas, carretillos, bolsas de basura y contenedores adecuados para la recolección de los residuos.

- c) Vehículos: Transporte que se utilicen para recoger las bolsas de basura llenas y transportarlas a los lugares designados para su disposición.
- d) Suministros: Suministro continuo de bolsas de basura, implementos de limpieza y otros materiales necesarios para llevar a cabo el proceso de barrido manual de manera efectiva.
- e) Recursos financieros: Fondos asignados para el mantenimiento y operación del proceso de barrido manual, que incluyen el pago de salarios, adquisición de equipos y suministros, mantenimiento de vehículos, entre otros gastos relacionados.

Responsabilidades:

- a) Jefatura Sección Limpieza Urbana: Coordina con los diferentes supervisores de cada uno de los distritos y vela por el cumplimiento del proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José.
- b) Supervisor de Distrito: Supervisa y coordina el proceso de barrido manual, asegurando su correcta ejecución y el cumplimiento de los estándares establecidos.
- c) Trabajadores de limpieza urbana: Realizan las tareas de barrido manual de acuerdo con las rutas asignadas, siguiendo los procedimientos establecidos y manteniendo un alto nivel de calidad en su trabajo.

A continuación, se presenta la ficha de operación y la secuencia ilustrativa del proceso de barrido manual.

Figura 15 Ficha de Operaciones - Proceso de Barrido Manual

PRODUCTO TERMINADO		DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO / PROCESO
<p>Antes</p> 	<p>Después</p> 	<p>Encargarse de mantener las rutas de barrido manual limpias tanto en área de San jose como los respectivos barrios.</p>
		MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROCESO
		<ul style="list-style-type: none">• Palas• Escobas• Escobones• Escobetas• Carretillo o cajon• Rastrillo

Fuente: Elaboración Propia

Figura 16 Secuencia de Operación



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Secuencia de pasos del proceso de barrido manual

En el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José se llevan a cabo una serie de pasos con el objetivo de mantener las calles y espacios públicos limpios. A continuación, se detallan los pasos que se siguen para llevar a cabo el barrido manual:

1. Trabajadores manuales realizan ingreso de marca de entrada en la unidad de trabajo.
2. Supervisor registra la asistencia del personal en el control diario de asistencia.
 - a. Se entrega formulario a analista para generación de hoja quincenal e ingreso de información a base de datos.
3. Si no llega algún funcionario:
 - a. Se le asigna a otro/otros funcionarios la ruta, debido al personal disponible extra.
 - b. Se deja la ruta sin atender, con la opción de atender el siguiente día o la siguiente frecuencia.
4. El supervisor delega rutas según plan de trabajo y según rol de rotación a cada funcionario.
5. Se le entrega a cada colaborador una cantidad conocida de bolsas.
6. Supervisor registra en el formulario registro diario de personal de barrido, código MSJ-SLU-IN01-FM02 las rutas asignadas y la asistencia del personal de acuerdo con las siglas utilizadas por recursos humanos.
7. Trabajador alista sus herramientas (carretillo, pala, escobón y bolsas).
8. El personal se retira a sus respectivas rutas.
9. El personal se traslada a pie al inicio de ruta.

10. Se inicia el barrido de la ruta de frente de propiedad a frente de propiedad, incluye (acera, zona verde, cordón de caño o cuneta).

a. Se llena la bolsa de residuos y se deposita en un punto fijo para su recolección el mismo día por el servicio de Plantel tarde o por el camión designado para el distrito en diurno.

11. Se limpian papeleras (basureros) municipales en ruta y se embolsan los residuos.

12. Concluye la ruta de barrido.

13. Personal se dirige a unidad de trabajo.

14. El supervisor verifica el cumplimiento de la ruta.

15. Se le entrega a supervisor las bolsas no usadas.

16. Supervisor ingresa en el formulario registro diario de personal de barrido, código MSJ-SLU-IN01-FM02 el estado de las rutas y las bolsas devueltas.

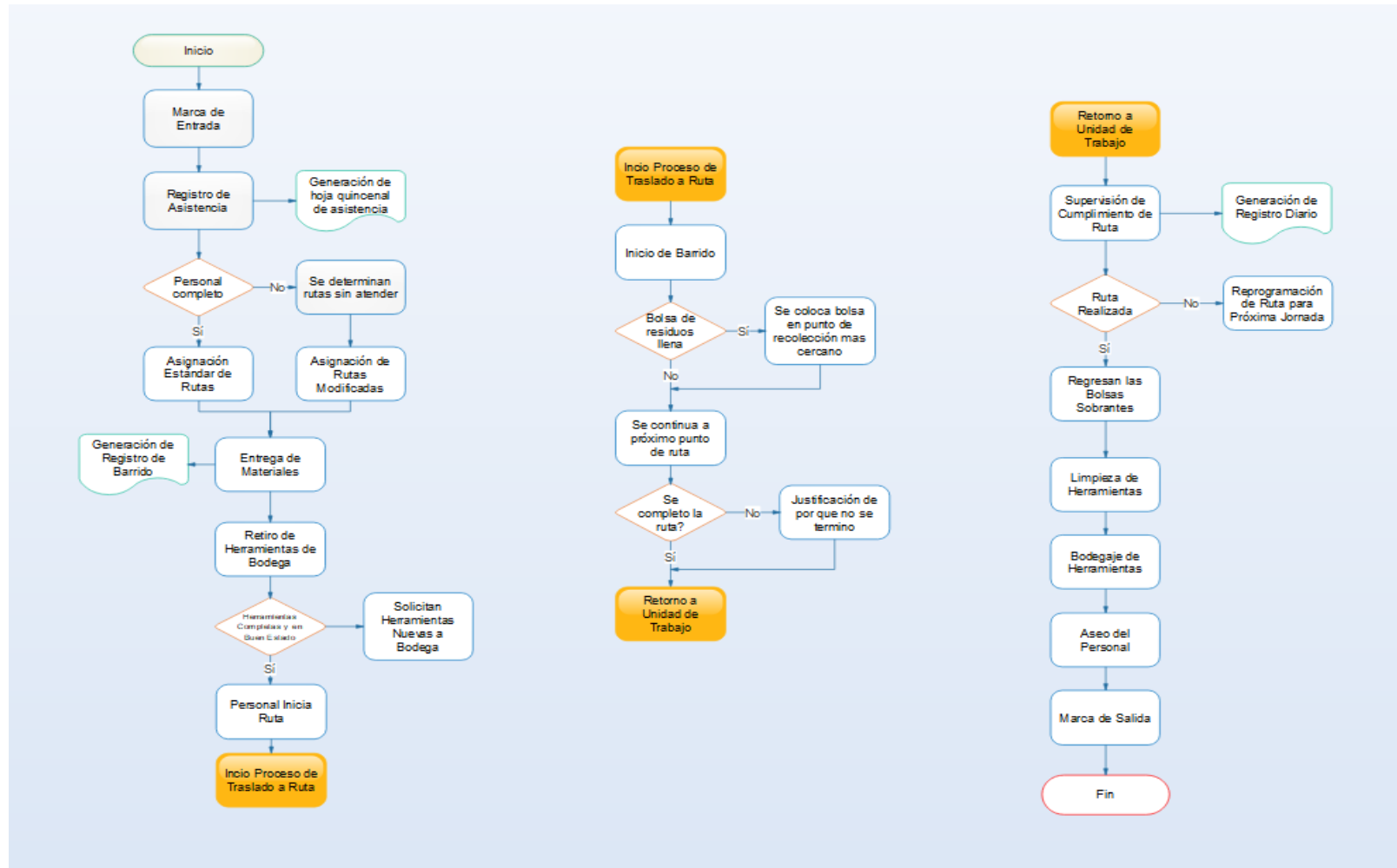
17. Lava los implementos y herramientas y los resguarda.

18. Realiza su aseo personal.

19. Realiza marca de salida.

El diagrama de flujo es una herramienta visual que permite representar de manera gráfica el proceso o flujo de un sistema o actividad. En este tipo de diagramas se utilizan símbolos y flechas para representar las diferentes etapas del proceso, así como la relación que existe entre ellas. A continuación, se presenta el diagrama de flujo correspondiente al proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José.

Figura 17 Diagrama de flujo Proceso barrido manual Municipalidad de San José



Fuente: Elaboración Propia

4.2 PLANIFICACIÓN DE LAS RUTAS DE BARRIDO

Cada Unidad de trabajo contará con un mapa donde se detallan los límites de cada ruta de barrido, el cual es de dimensiones tal que se pueda atender en su totalidad por un funcionario en una jornada. Dichas rutas deberán de tener una longitud aproximada de 2km a 2.5km.

4.2.1 FRECUENCIA DE BARRIDO

La frecuencia de barrido es definida por la tasa de servicio establecida. Como mínimo se debe de barrer cada ruta dos veces a la semana y como máximo 6 veces por semana. Las frecuencias mínimas tienden a ser en sectores de menor demanda de residuos, mientras que las frecuencias mayores, se concentran en el centro de San José.

Tabla 8 Tasas de servicio 2023

Detalle	Tasa vigente (2022)	Tasa propuesta (2023)	Variación ¢	Variación %
Periferia	¢ 1,732.82	¢ 1,801.82	¢ 68.96	3,98%
Comercial Casco Central	¢ 4,333.29	¢ 4,504.51	¢ 171,21	3,98%

Fuente: Gaceta N73

4.2.2 RECOLECCIÓN DE BOLSAS DE BARRIDO

Este plan de trabajo consiste en la recolección de las bolsas generadas producto del barrido de todo el Cantón de San José, buscando una recolección oportuna y eficiente. Se busca normar la actividad de tal forma que cumplamos a cabalidad la expectativa del contribuyente con la máxima de que la bolsa debe ser recolectada el mismo día.

Las rutas de recolección de la bolsa de barrido deberán de hacerse de tal forma que se tenga una máxima cobertura del distrito, reduciendo la distancia que cada barredor debe de caminar para dejar la bolsa. Sin embargo, deben de reducir el desgaste de los camiones reduciendo la cantidad de virajes, travesías dobles y uniones entre distritos. Al mismo tiempo, la ruta del camión corresponde al plan de trabajo de cada distrito, esto para ajustarse la sectorización, debido a evitar recorridos donde no se ejecutó labores de barrido.

Las unidades de trabajo poseen diferente frecuencia de trabajo, a continuación, en la tabla #9 se detalla cada unidad de trabajo y su proceso de barrido semanalmente.

Tabla 9 Frecuencia de Trabajo de las Unidades

DISTRITO / DIA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	FRECUENCIA	JORNADA
HATILLO	X	X	X	X	X		3	DIURNA
HOSPITAL	X	X	X	X	X		1	DIURNA
SAN SEBASTIAN	X	X	X	X	X	X	2	DIURNA
SAN FRANCISCO	X	X	X	X	X	X	1	TARDE
ZAPOTE	X	X	X	X	X	X	1	TARDE
PAVAS	X	X	X	X	X	X	3	TARDE
LOMAS							3	
URUCA	X	X	X	X	X	X	1	TARADE
MATAREDONDA	X	X	X	X	X	X	1	TARDE
CATEDRAL							1	DIURNA
MERCED							1	DIURNA
CARMEN	X	X	X	X	X	X	1	TARDE

Fuente: MSJ-SLU-IN01. IN01. Instructivo Instrucciones Trabajo Servicio Limpieza

Urbana

4.3 SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE BARRIDO MANUAL

La situación actual del proceso de barrido manual en el Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José se ve afectada por diversos problemas, entre ellos la mala optimización de las rutas, la falta de controles adecuados y la ausencia de indicadores de desempeño claros.

En cuanto a la optimización de las rutas, se observa que actualmente no se realiza una planificación eficiente, los 3 distritos seleccionados presentan características diferentes, hay varios en donde los tiempos efectivos no superan el 60% , otros distritos donde hay algunas rutas que no se terminan en la frecuencia en la cual está estipulado en el instructivo, esto demuestra que el proceso de barrido manual no está estandarizado en término de rutas , o puede ser que si lo esté pero en varios sectores del Departamento.

Asimismo, se evidencia una falta de controles adecuados en el proceso de barrido manual. La supervisión y seguimiento de las tareas realizadas por los trabajadores son limitados, lo que dificulta identificar y corregir oportunamente posibles desviaciones o problemas en la ejecución del trabajo. Esta falta de control contribuye a la ineficiencia y a la pérdida de calidad en el proceso.

Además, la ausencia de indicadores de desempeño claros dificulta la evaluación objetiva de la eficiencia y efectividad del proceso de barrido manual. La falta de métricas adecuadas impide identificar áreas de mejora específicas y tomar acciones correctivas oportunas para optimizar el desempeño del personal de limpieza.

En este contexto, la propuesta de mejora se enfocará en abordar estos desafíos y buscar soluciones efectivas. Se buscará implementar una metodología que permita una adecuada optimización de las rutas de barrido, establecer controles más rigurosos para garantizar la correcta ejecución de las tareas y definir indicadores de desempeño que permitan medir y monitorear el progreso y los resultados del proceso.

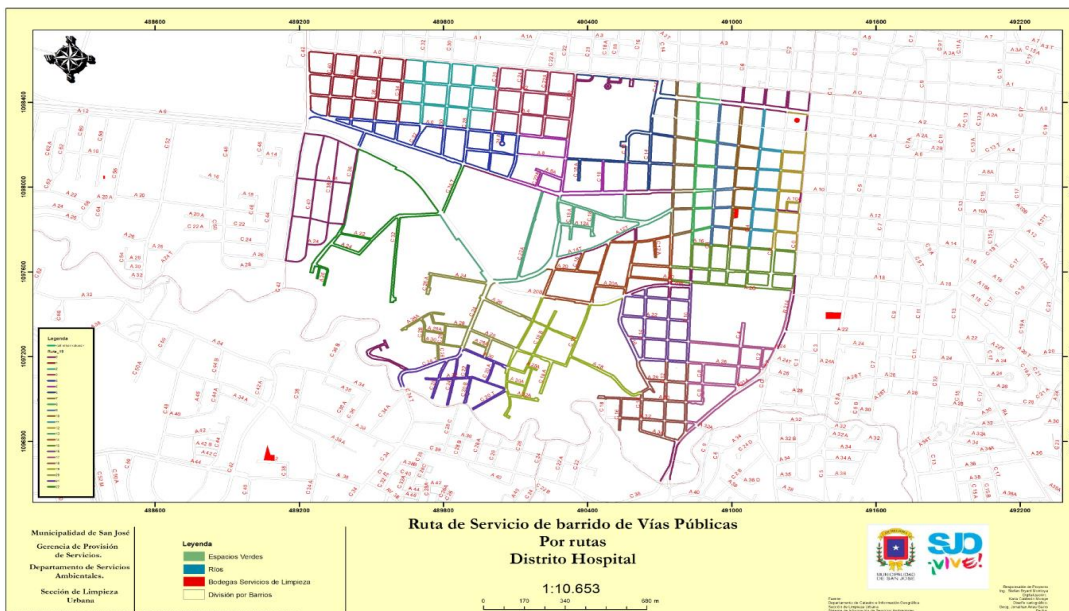
Otro aspecto importante por considerar es la seguridad y el bienestar de los trabajadores de limpieza urbana. Esto puede tener repercusiones en su salud y seguridad laboral, así como en la calidad de su desempeño. Por lo tanto, mejorar la eficiencia del proceso de barrido manual no solo beneficia a la municipalidad y a los ciudadanos, sino también a los propios trabajadores.

4.3.1 Rutas de barrido de las Unidades

Una ruta de barrido se refiere a un itinerario o recorrido planificado que sigue el personal encargado del barrido para limpiar y mantener la limpieza de áreas específicas dentro de una municipalidad o una comunidad. Estas áreas pueden incluir calles, aceras, parques, plazas u otros espacios públicos. Las rutas de barrido se establecen para garantizar una cobertura completa y regular de limpieza en un área determinada.

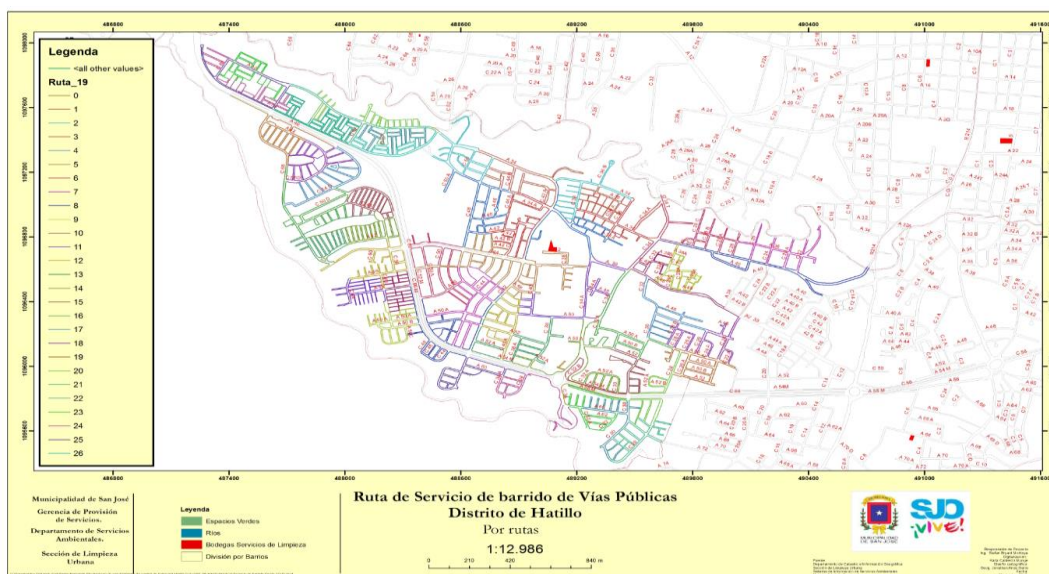
Estas rutas suelen ser diseñadas considerando factores como la densidad poblacional, la actividad comercial, la cantidad de residuos generados y las necesidades específicas de limpieza de cada zona. A continuación, se presentan los 3 mapas de los distritos seleccionados para el estudio de tiempos y movimientos.

Figura 18 Mapa Distrito Hospital



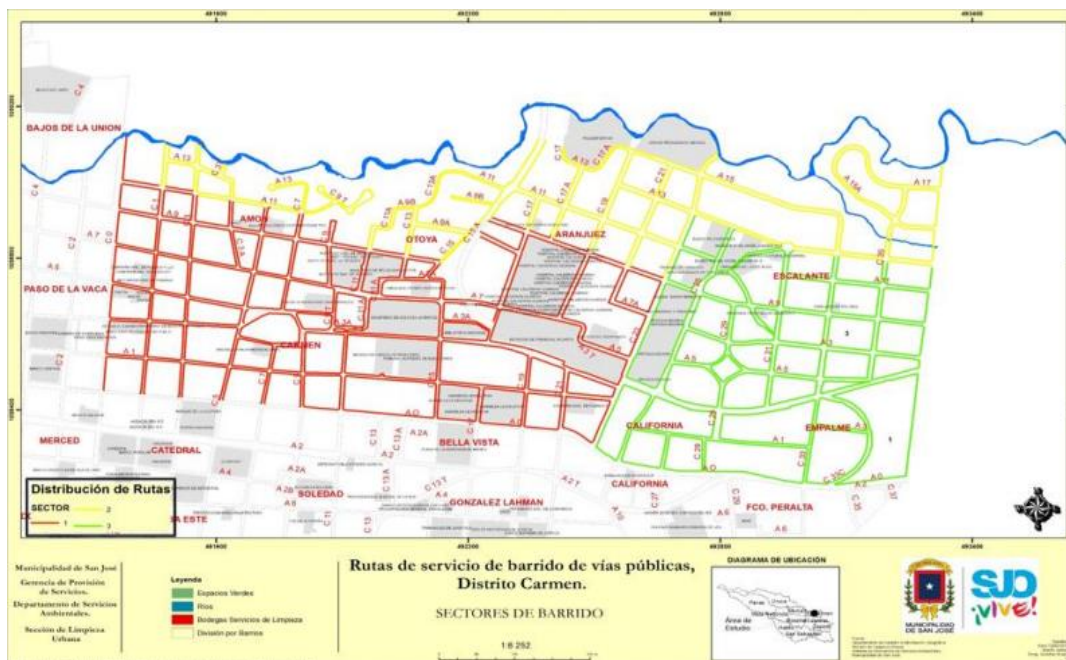
Fuente: Municipalidad de San José

Figura 19 Mapa Distrito Hatillo



Fuente: Municipalidad de San José

Figura 20 Mapa Distrito Carmen



Fuente: Municipalidad de San José

4.3.2 Estudio de Tiempos y movimientos

El objetivo de este estudio fue analizar el rendimiento y la eficiencia en las rutas de barrido manual, con el fin de identificar posibles problemas y oportunidades de mejora.

Durante el proceso de estudio, se recopilieron datos exhaustivos sobre el tiempo empleado en cada ruta de barrido, así como los movimientos y actividades realizadas por el personal encargado. Los resultados de este análisis revelaron un patrón preocupante: algunas rutas

presentan un tiempo muerto significativamente alto, mientras que en otras rutas no se logra completar el barrido en su totalidad.

Este hallazgo es de gran importancia, ya que indica que existen ineficiencias en el sistema actual de barrido manual. El tiempo muerto elevado implica una utilización ineficiente de los recursos disponibles, lo cual impacta negativamente en la productividad y en la calidad del servicio que se ofrecen a los ciudadanos. Además, el hecho de que algunas rutas no se completen implica que se están dejando áreas sin atender.

A continuación, se presentan los datos recopilados durante el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de barrido en la Municipalidad de San José, este estudio se realizó en 3 Distritos que presentan diferentes variables, como tipo de superficies, cantidad de basura, ambiente de seguridad y todo lo que tenga que ver con su entorno. Estos datos son fundamentales para comprender y abordar los desafíos identificados en nuestras rutas de barrido manual y nos proporcionarán una base sólida para proponer soluciones efectivas y mejorar nuestro servicio de limpieza.

El siguiente cuadro presentan las características de las 3 unidades seleccionadas, como la cantidad actual del personal, las rutas, la frecuencia de atención y los metros de barrido.

Tabla 10 Frecuencia de Trabajo de las Unidades Seleccionadas

ID	Unidad de Trabajo	Cantidad de personal actual	Cantidad de zonas	Cantidad total de rutas	Cantidad de personal requerido según rutas	Personal Back Up	Frecuencia de Atención	Metros de barrido	Metros de barrido doble caño
5	Hospital	31	3	31	23	25,3	Diaria	41979,83	83959,66
7	Carmen	20	2	20	20	22	Diaria	25036,12	50072,24
9	Hatillo	33	2	53	28	30,8	Lunes y jueves	73864,5	147729,00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11 Distribución de rutas diarias programadas

Municipalidad de San José Sección Limpieza Urbana Distribución de rutas diarias programadas (2020)												
Unidad/ Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
	Centro	Perifericas	Centro	Perifericas	Centro	Perifericas	Centro	Perifericas	Centro	Perifericas	Centro	Perifericas
Lomas		15		15		15		15		15		15
Pavas		22		21		0		22		21		0
Uruca		14		14		4		14		14		4
Mata Redonda		9		9		0		9		9		0
Hospital	15	4	15	4	15	4	15	4	15	4	15	4
Merced	14	7	14	6	14	7	14	6	14	7	14	6
Catedral	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4
Carmen	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4
San Sebastian	2	14	2	17	2	14	2	17	2	14	2	17
San Francisco		12		12		12		12		12		12
Zapote		12		12		12		12		12		12
Hatillo		30		30		30		30		30		30
Bulevares 1	10		10		10		10		10		10	
Bulevares 2	10		10		10		10		10		10	
Barredoras	8		8		8		8		8		8	
Centro Tarde	14		14		14		14		14		14	
Centro/perifericas	93	147	93	148	93	106	93	149	93	146	93	108
Por día	240		241		199		242		239		201	
Por semana	1362											
Por mes	5448											
(-) Feriados	2288											
Total de rutas programadas anualmente	63088											

Fuente: MSJ-SLU-IN01. IN01. Instructivo Instrucciones Trabajo Servicio Limpieza Urbana

i. Recolección de Datos

Para llevar a cabo el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de barrido y recopilar datos relevantes, es necesario seguir un enfoque sistemático.

1. **Identificar las variables clave:** Determinar las variables de interés que se desea medir, en este caso fue el tiempo empleado en cada actividad, los movimientos realizados por el personal, la distancia recorrida, la cantidad de residuos recolectados, entre otros.
2. **Seleccionar las rutas de barrido:** Definir las rutas de barrido que deseas analizar, se seleccionaron 3 unidades que presentan diferentes variables.
3. **Establece un plan de muestreo:** Decidir la frecuencia y el momento de la recolección de datos. Se realiza un muestreo aleatorio que corresponde al 30% de las rutas correspondiente a cada unidad de trabajo.

ii. Análisis estadístico

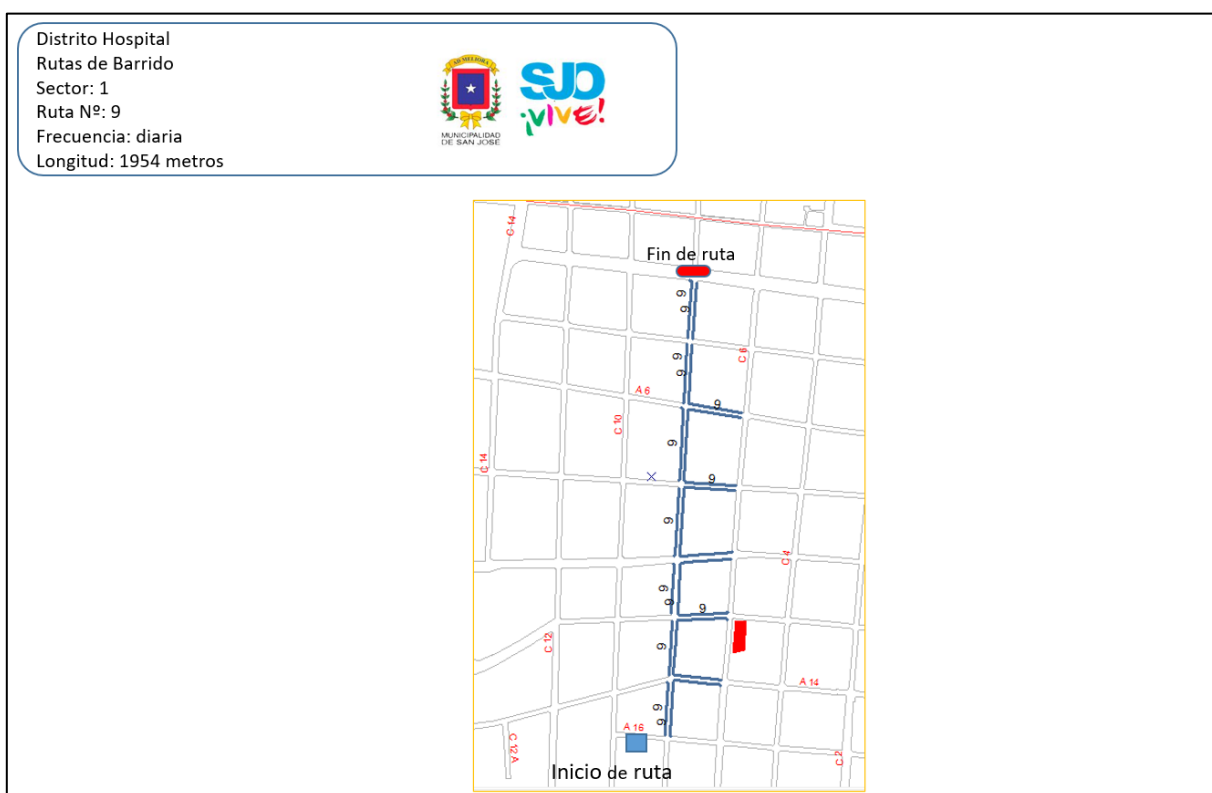
En el diagrama de Gantt, se muestran las diferentes actividades del proceso de estimación de tiempos y movimientos, junto con su secuencia y duración estimada.

Este diagrama de Gantt nos proporcionara una visualización clara y estructurada del proceso, permitiendo una mejor comprensión de las tareas involucradas y la duración estimada de cada una.

El diagrama de Gantt nos demuestra los tiempos muertos en el proceso y el gráfico de pastel esos datos pasados a los porcentajes obtenidos, para ver la situación actual de las rutas del proceso de barrido manual.

A continuación, se presenta un ejemplo de una ruta, con la aplicación del diagrama de Gantt, y la tabla que se utilizó para realizar la estimación de tiempos y movimientos, la base utilizada fue en horas para que los tiempos sean más exactos.

Figura 21 Ejemplo de la Ruta #9 del Distrito Hospital



Fuente: Municipalidad de San José

Tabla 12 Estimación de tiempos y movimientos Ruta #9

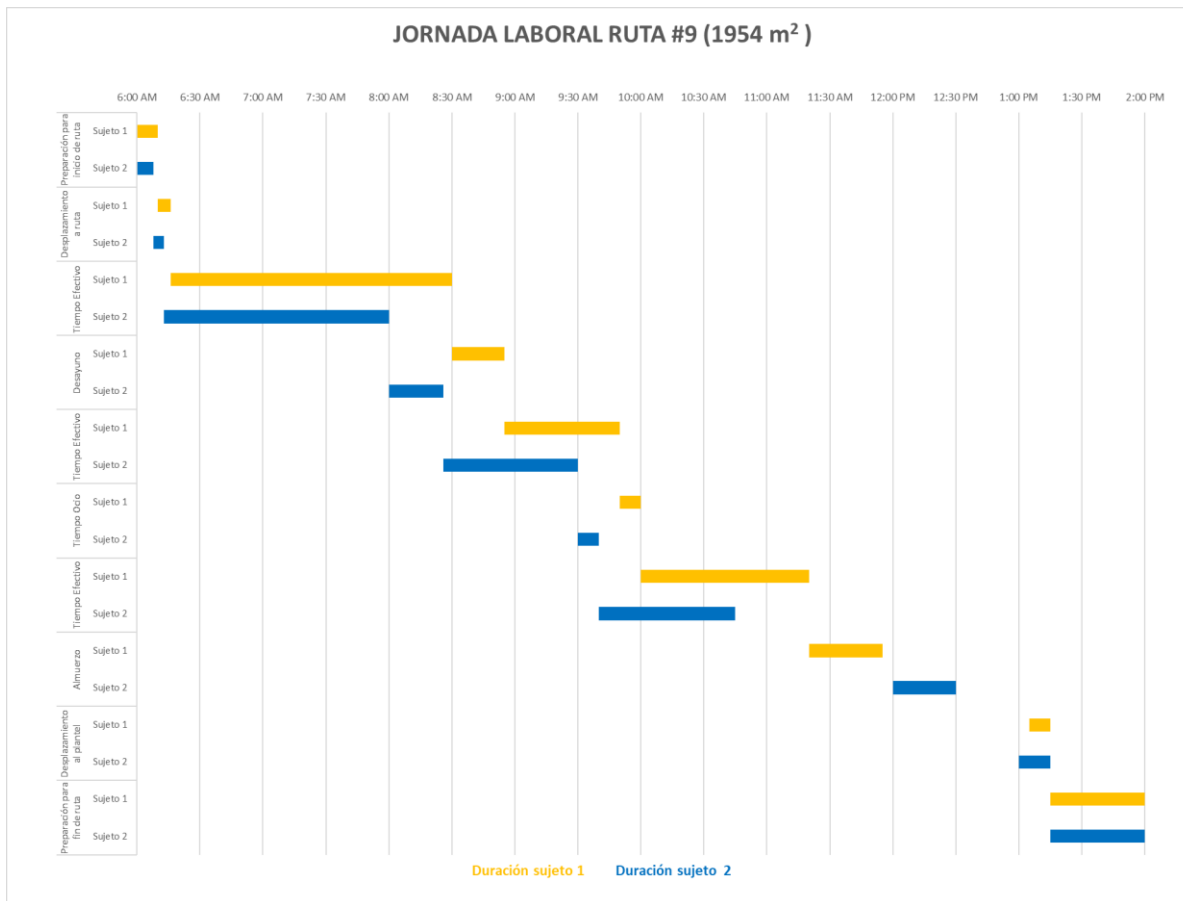
Actividad		Hora de Inicio	Hora de Finalización	Duración
Preparación para inicio de ruta	Sujeto 1	06:00:00	06:27:00	00:27
	Sujeto 2	06:00:00	06:15:00	00:15
Desplazamiento a ruta	Sujeto 1	06:27:00	06:45:00	00:18
	Sujeto 2	06:15:00	06:35:00	00:20
Tiempo Efectivo	Sujeto 1	06:45:00	08:05:00	01:20
	Sujeto 2	06:35:00	08:30:00	01:55
Desayuno	Sujeto 1	08:05:00	08:32:00	00:27
	Sujeto 2	08:30:00	08:55:00	00:25
Tiempo Efectivo	Sujeto 1	08:32:00	10:40:00	02:08
	Sujeto 2	08:55:00	09:40:00	00:45
Tiempo Ocio	Sujeto 1	10:40:00	10:50:00	00:10
	Sujeto 2	09:40:00	10:00:00	00:20
Tiempo Efectivo	Sujeto 1	10:50:00	11:20:00	00:30
	Sujeto 2	10:00:00	11:10:00	01:10
Almuerzo	Sujeto 1	11:20:00	11:50:00	00:30
	Sujeto 2	11:25:00	11:55:00	00:30
Desplazamiento al plantel	Sujeto 1	13:05:00	13:25:00	00:20
	Sujeto 2	13:00:00	13:25:00	00:25
Preparación para fin de ruta	Sujeto 1	13:25:00	14:00:00	00:35
	Sujeto 2	13:25:00	14:00:00	00:35

Fuente: Elaboración Propia

La tabla #12 nos muestra los datos que obtuvimos al momento de realizar una estimación de tiempos y movimientos de una ruta específica, esta tabla nos muestra a 2 sujetos con la misma ruta esto nos va a permitir ver la variación de tiempos que tiene uno del otro y así ver los comportamientos de la ruta.

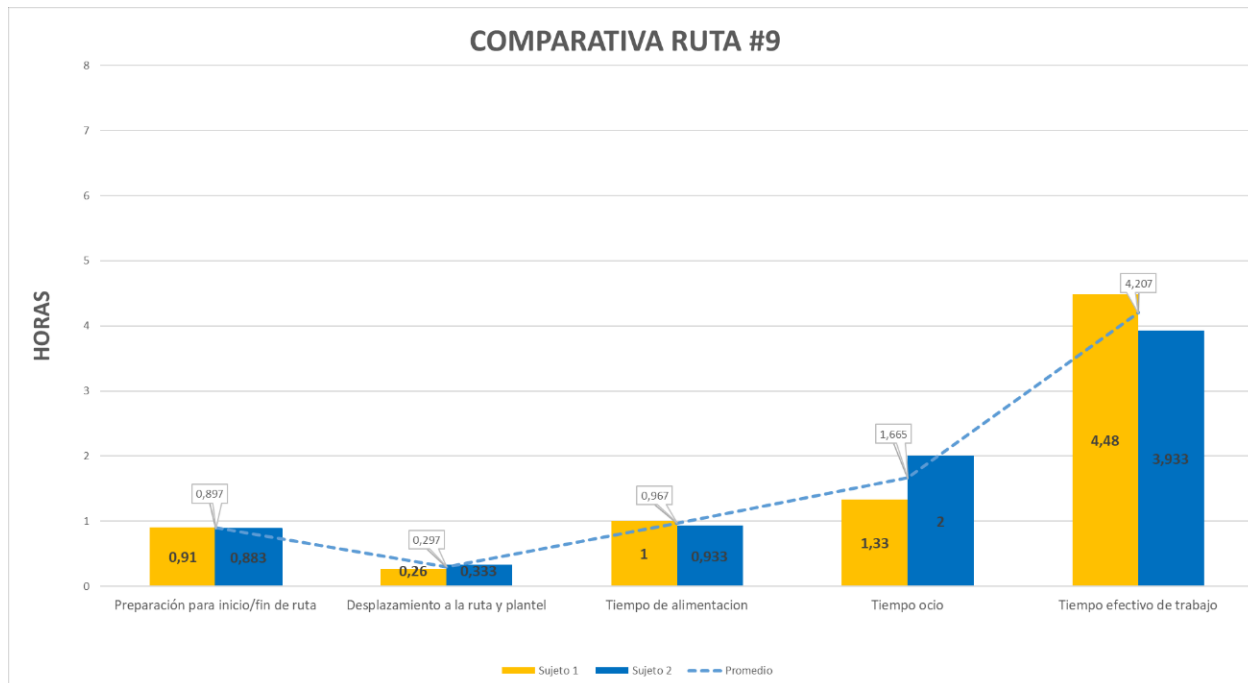
A continuación, se presenta el diagrama de Gantt aplicando los datos obtenidos en la tabla #12.

Figura 22 Diagrama Gantt Ruta #9



Fuente: Elaboración Propia

El diagrama Gantt de la figura #22 nos muestra los diferentes datos plasmados de la tabla #12, este diagrama nos permite ver en cascada cómo se comporta la ruta, se puede observar en el diagrama donde hay espacios en blanco y donde se pierde la cascada consecutivamente esto demuestra los tiempos muertos del proceso. A continuación, se presentan los resultados de la ruta seleccionada.

Figura 23 Gráfico de barras de las tareas distribuidas Ruta #9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 Comparativo entre sujetos Ruta #9

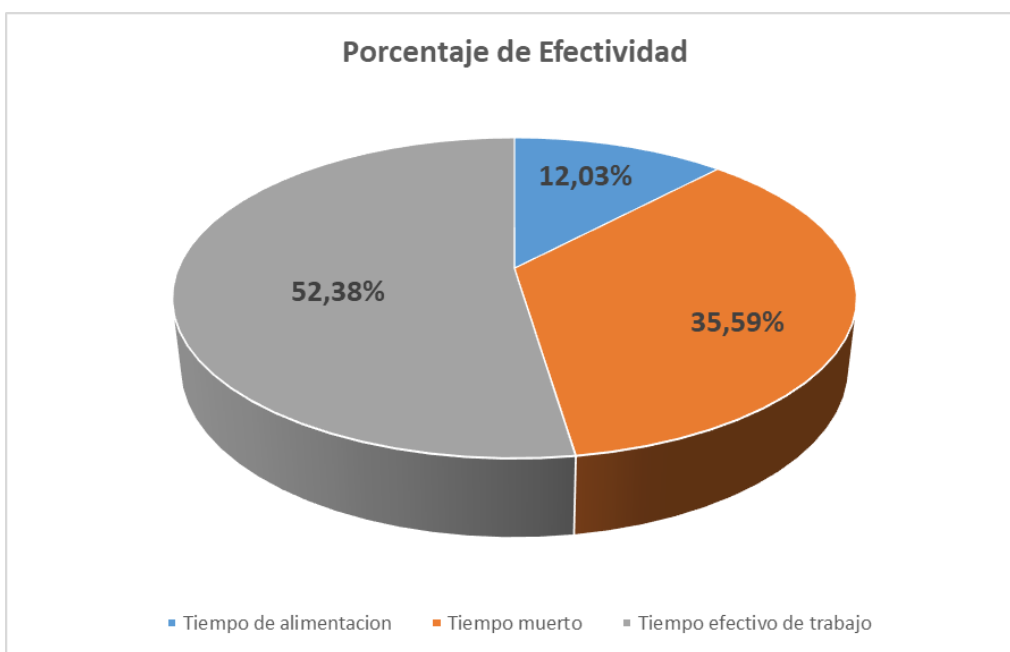
Comparativa ruta #9 (horas)				
Actividad	Sujeto 1	Sujeto 2	Promedio	Desviación
Preparación para inicio/fin de ruta	0,91	0,883	0,897	0,0004
Desplazamiento a la ruta y plantel	0,26	0,333	0,297	0,0027
Tiempo de alimentación	1	0,933	0,967	0,0022
Tiempo ocio	1,33	2	1,665	0,2245
Tiempo efectivo de trabajo	4,48	3,933	4,207	0,1496
8 horas	8	8	8	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 Resultados en tiempos Ruta #9

Tiempo Promedio Ruta	4,207	horas
Tiempo Muerto	2,858	horas
Tiempo Alimentación	1	horas

Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 24 Gráfico de Efectividad Ruta #9

Fuente: *Elaboración Propia*

La tabla #13 nos muestra la comparativa entre 2 sujetos, el promedio y la desviación entre tareas, si observamos los tiempos no hay mucha variación uno del otro, los que nos permite establecer que la ruta si posee tiempo muerto alto, la tabla #14 demuestra los tiempos ya

exactos en los que tarda la ruta. Esta ruta tiene un promedio de 4.2 horas efectivas de 8 horas que tiene la jornada laboral.

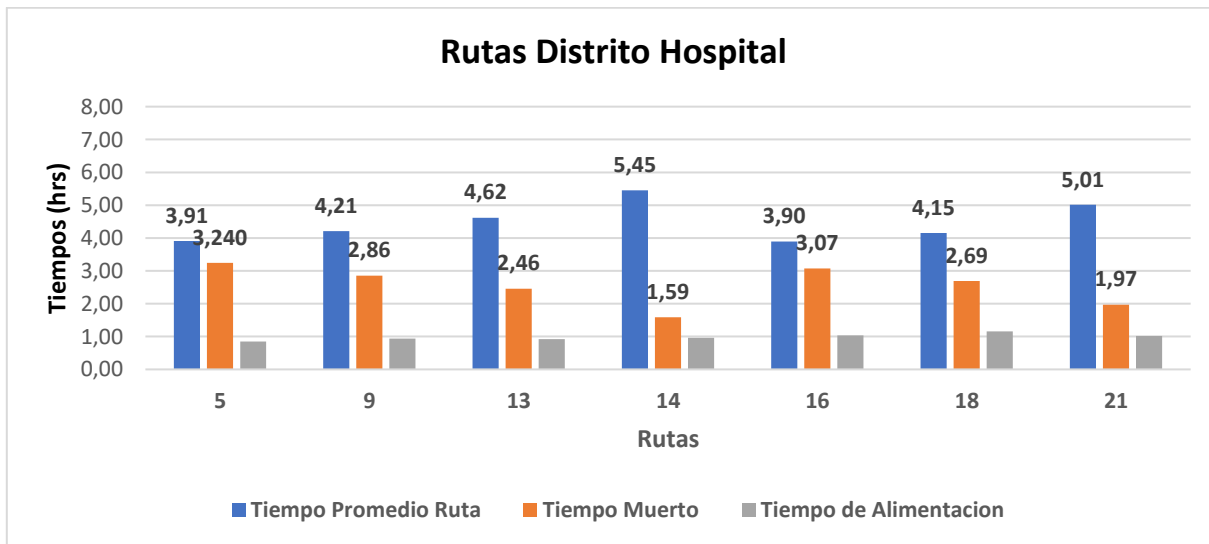
La figura #24 nos muestra el porcentaje de efectividad de las 3 variables, que son el tiempo efectivo de trabajo, el tiempo muerto y el tiempo de alimentación, se observa que el 35,59% de 100% corresponde al tiempo muerto esto demuestra que hay que optimizar esta ruta y subir el porcentaje de efectividad.

A continuación, se presentan los datos obtenidos de la estimación de tiempos y movimientos de las rutas para cada una de las 3 unidades seleccionadas, como se mencionó anteriormente cada unidad tiene casos diferentes, estos son los posibles criterios que se observan en las rutas de las diferentes unidades.

- Criterio 1: Las rutas están bien establecidas, los tiempos son considerables o sea están acordes a la dimensión de la ruta.
- Criterio 2: Hay rutas que se terminan, pero presentan un tiempo muerto alto, necesitan optimización.
- Criterio 3: Hay rutas que relativamente no se terminan en la frecuencia estipulada, que normalmente es diaria.

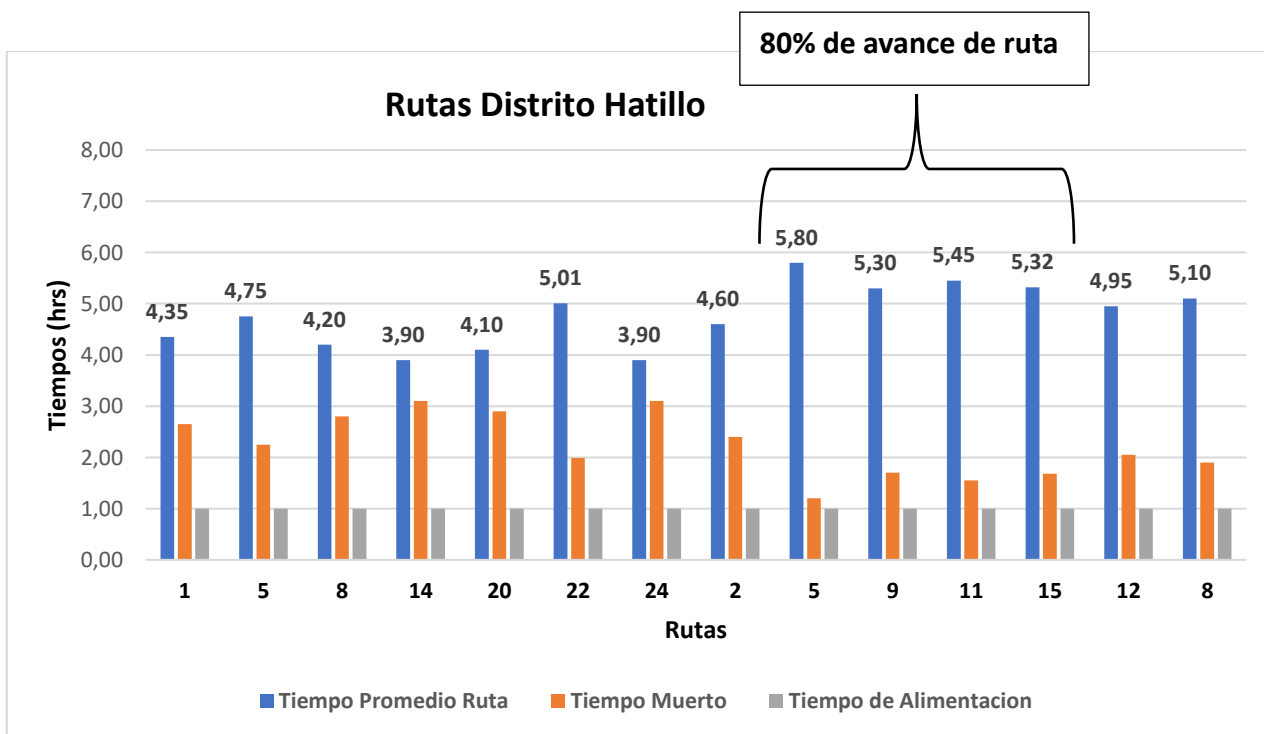
El Distrito Hospital presenta una variable diferente, ellos tienen varias rutas que, por diferentes características, como dimensión de la ruta, seguridad, cantidad de basura, hacen que estas rutas necesiten más personal, entonces se mandan en parejas, normalmente son rutas de barrios.

Figura 25 Gráfico de Barras con tiempos analizados en Rutas Distrito Hospital



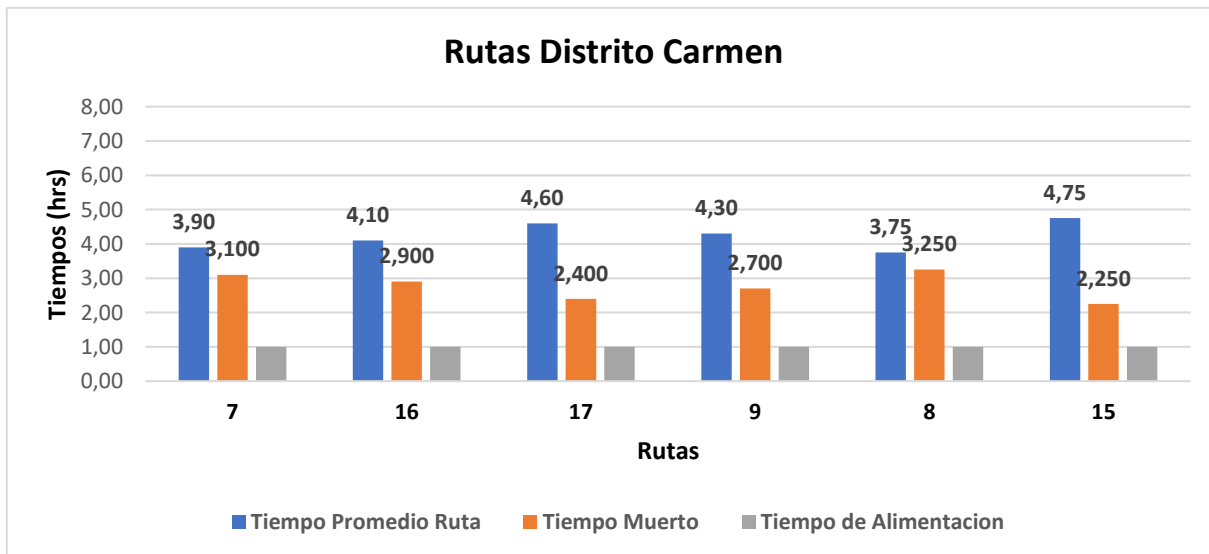
Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 26 Gráfico de Barras con tiempos analizados en Rutas Distrito Hatillo



Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 27 Gráfico de Barras con tiempos analizados en Rutas Distrito Carmen



Fuente: Elaboración Propia

Además del estudio de tiempos, se realizó un indicador para medir las diferentes condiciones de trabajo que podrían afectar el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José, estas se dividieron en varias categorías; a continuación, se presenta la tabla con los datos.

Este estudio se realizó con una tabla de los factores de seguridad, tales como ergonómicos, psicológicos y sociológicos, además se incluyó una calificación que va desde 1 muy peligroso, a mejorar con prioridad hasta 5 que muy satisfactorio, esto nos permitió calificar en 3 escenarios menos de 50% hay que tratarlo lo más antes posible, del 50% a 80% considerable a tratar y más del 80%, relativamente se encuentra muy bien. Este estudio nos muestra un resultado del 64% y se encuentra en categoría considerable a tratar.

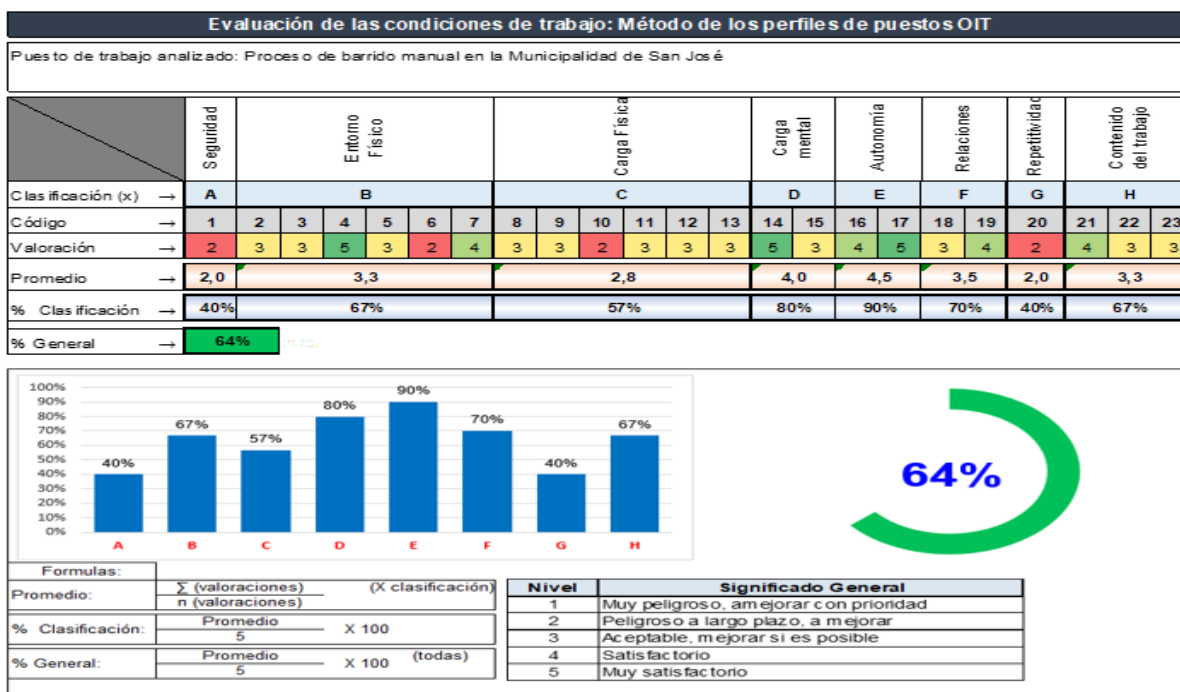
La tabla #15 nos muestra la tabla de los diferentes factores estudiados.

Tabla 15 Factores de Seguridad

Factores Seguridad	Factor de seguridad	A	Seguridad	1		
Factores Ergonómicos	Entorno físico	B	Ambiente térmico	2		
			Ambiente sonoro	3		
			Calidad iluminación artificial	4		
			Vibraciones	5		
			Higiene ambiental	6		
			Aspecto orden del puesto	7		
			Carga física	C	Condición postura principal	8
	Nivel postura más desfavorable	9				
	Esfuerzo de trabajo	10				
	Condición postura de trabajo	11				
	Esfuerzo al suministrar material	12				
	Postura al suministrar material	13				
	Carga mental	D	Operaciones y cálculos mentales	14		
Esfuerzo en el nivel de atención			15			
Factores Psicológicos y Sociológicos	Autonomía	E	Nivel de trabajo individual	16		
			Nivel de trabajo en equipo	17		
	Relaciones	F	Relación con compañeros independientes	18		
			Relación con compañeros dependientes	19		
	Repetitividad	G	Repetitividad de la actividad	20		
			Contenido del trabajo	H	Nivel de potencial en el operario	21
					Nivel de responsabilidad	22
			Interés que demuestra al trabajo	23		

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28 Evaluación de las condiciones de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

4.4 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA EN EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS AMBIENTALES

El Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José desempeña un papel esencial en la protección y conservación del entorno en nuestra ciudad. Con sus subdepartamentos encargados del alcantarillado pluvial, la recolección de residuos, la limpieza urbana, los parques y la arboricultura urbana, así como los programas de cuencas hidrográficas y educación ambiental, se encarga de velar por la sostenibilidad y el bienestar ambiental de nuestra comunidad.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y la importancia de este departamento, enfrenta diversos problemas. Estos problemas internos pueden tener un impacto negativo en la eficiencia y efectividad de los procesos del Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José.

A continuación, enumeraré los diferentes problemas que enfrenta el Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José en sus subdepartamentos:

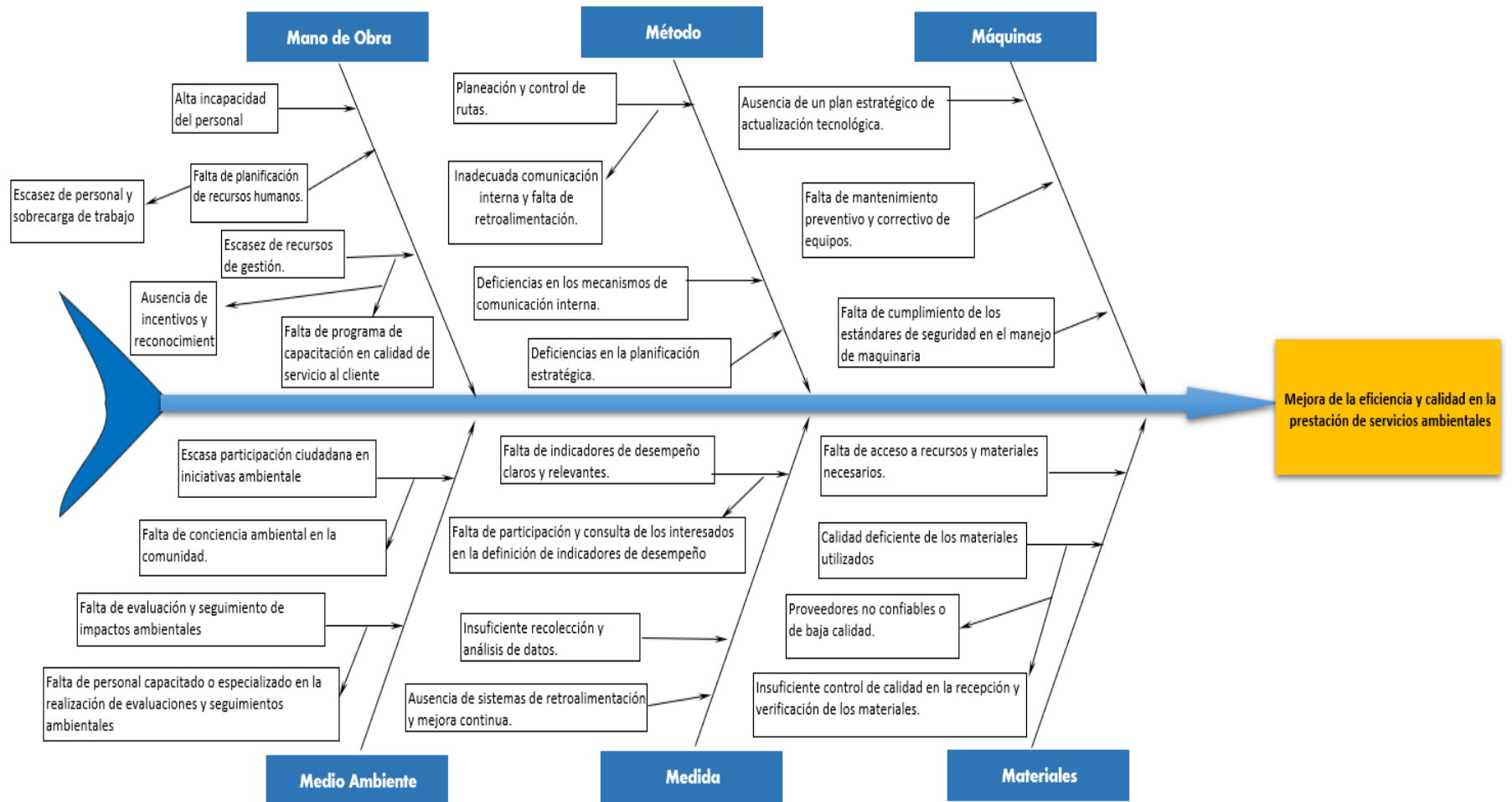
1. Alta incidencia de incapacidad: La incapacidad del personal puede afectar, al disminuir su capacidad operativa, aumentar la carga de trabajo para el personal restante, dificultar la planificación y cumplimiento de metas, impactan la calidad de los servicios y generan costos adicionales.
2. Actualización tecnológica: Implica la adopción de tecnologías y herramientas más avanzadas y actualizadas para mejorar la eficiencia, la comunicación y la gestión de tareas y proyectos en el departamento.

3. La resistencia al cambio debido a la necesidad de obtener aprobación de terceros para tomar decisiones es un desafío común en muchas organizaciones
4. Capacitación e inducción personal orientada a calidad de servicio cliente.
5. Escasez de personal y sobrecarga de trabajo
6. Escasa participación ciudadana: La falta de participación ciudadana en las iniciativas ambientales puede dificultar la implementación de programas educativos y la sensibilización sobre la importancia de la protección del medio ambiente.
7. Falta de coordinación entre los subdepartamentos: Si no hay una comunicación y coordinación efectiva entre los subdepartamentos, puede haber dificultades para compartir información, asignar tareas y colaborar en proyectos conjuntos.

4.4.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta útil para identificar las causas raíz de un problema y visualizar cómo diferentes factores contribuyen a ese problema, en este caso puede ser aplicado para evaluar los problemas mencionados en el Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José.

Figura 29 Diagrama de ISHIKAWA



Fuente: Elaboración Propia

Gracias al diagrama de Ishikawa, pudimos identificar y enumerar las causas raíz que contribuyen a los problemas que enfrenta el Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José. Esta herramienta nos ha sido de gran ayuda para comprender las diferentes áreas que requieren mejoras. Ahora, con estas causas raíz identificadas, estamos listos para dar el siguiente paso que es realizar una tabla de multivoto, dar prioridad a los problemas de mayor importancia.

4.4.2 TABLA MULTIVOTO

Se realizó una votación con un total de grupos de 6 personas pertenecientes a diferentes subdepartamentos dentro del Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José. El objetivo de esta votación fue identificar y priorizar las causas raíz que afectan al Departamento. Cada empleado tuvo la oportunidad de emitir sus votos seleccionando aquellas causas raíz que consideraban más relevantes e impactantes en el desempeño del proceso. A continuación, se presenta un resumen de los resultados de la votación, destacando las causas raíz que recibieron la mayor cantidad de votos y que serán objeto de análisis y atención en el proceso de mejora continua. Los miembros deben asignar una calificación del 1 al 5 a cada causa raíz, donde 1 es poco importante y 5 es muy importante. La tabla #16 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 16 MULTIVOTO

Problemas en Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José							
Causa Raíz	Alcantarillado Pluvial (M1)	Recolección de residuos (M2)	Limpieza urbana (M3)	Parques y arboricultura urbana (M4)	Programa Cuencas Hidrográficas (M5)	Programa Educación Ambiental (M6)	Total
Falta de planificación de recursos humanos	5	4	3	4	3	4	23
Planeación y control de rutas	3	3	4	3	4	3	20
Falta de programas de bienestar y salud ocupacional	3	3	5	3	2	3	19
Cultura organizacional resistente al cambio	2	3	3	4	3	2	17
Inadecuada comunicación interna y falta de retroalimentación	2	3	2	2	3	3	15
Falta de programa de capacitación en calidad de servicio al cliente	2	2	3	2	3	2	14
Falta de claridad en los roles y responsabilidades	2	3	2	2	2	3	14
Deficiencias en los mecanismos de comunicación interna	2	2	3	2	2	2	13
Ausencia de un plan estratégico de actualización tecnológica	1	2	3	2	2	2	12
Deficiencias en la planificación estratégica	2	2	3	2	2	1	12
Escasa participación ciudadana en iniciativas ambientales	1	1	2	1	2	1	8
Escasez de recursos de gestión	1	2	1	1	2	1	8
Ausencia de incentivos y reconocimientos	1	1	2	1	1	1	7

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17 Distribución de frecuencia problemas Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José

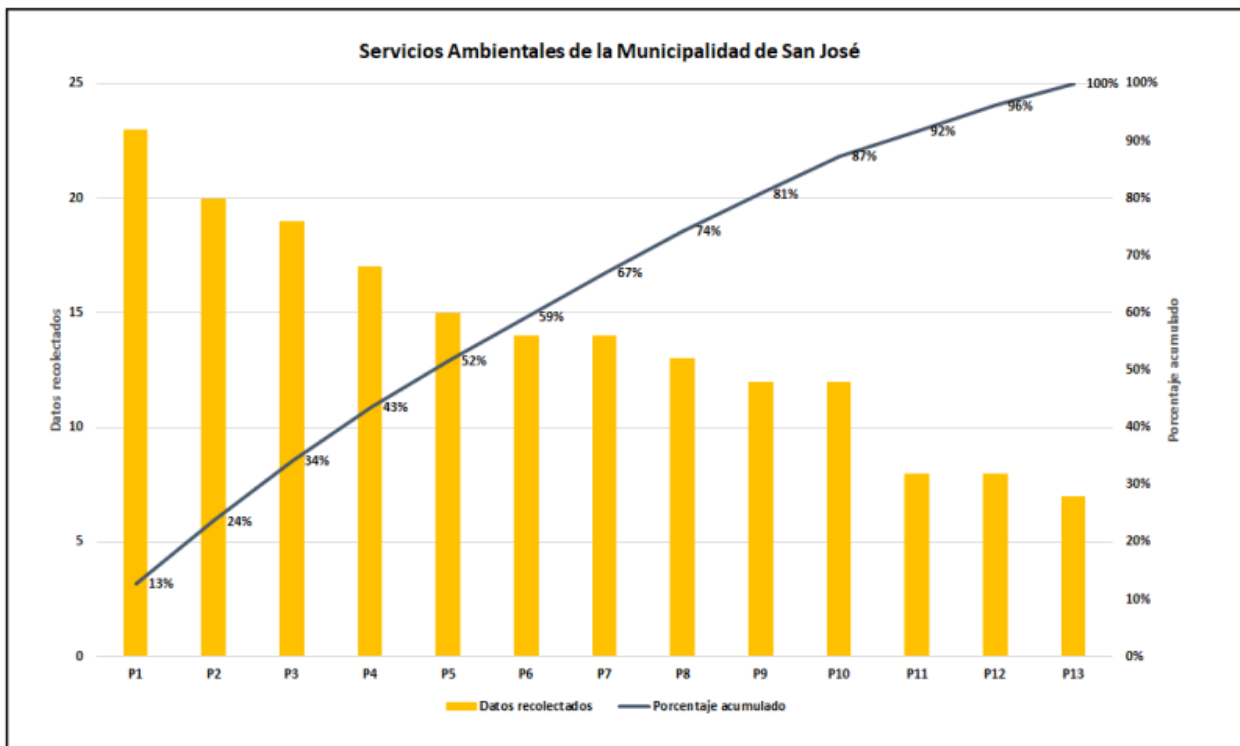
Problemas en Departamento de Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José				
Causa Raíz	Votos	%	ACUMULADO	%ACUMULADO
Falta de planificación de recursos humanos	23	13%	23	13%
Planeación y control de rutas	20	11%	43	24%
Falta de programas de bienestar y salud ocupacional	19	10%	62	34%
Cultura organizacional resistente al cambio	17	9%	79	43%
Inadecuada comunicación interna y falta de retroalimentación	15	8%	94	52%
Falta de programa de capacitación en calidad de servicio al cliente	14	8%	108	59%
Falta de claridad en los roles y responsabilidades	14	8%	122	67%
Deficiencias en los mecanismos de comunicación interna	13	7%	135	74%
Ausencia de un plan estratégico de actualización tecnológica	12	7%	147	81%
Deficiencias en la planificación estratégica	12	7%	159	87%
Escasa participación ciudadana en iniciativas ambientales	8	4%	167	92%
Escasez de recursos de gestión	8	4%	175	96%
Ausencia de incentivos y reconocimientos	7	4%	182	100%
Total	182	100%		

Fuente: Elaboración Propia

La tabla #17 nos muestra la distribución de frecuencias en los problemas que presenta Servicios Ambientales de la Municipalidad de San José, es útil para identificar las causas raíz más significativas o prioritarias, ya que muestra la frecuencia y la importancia relativas de cada causa raíz en relación con el total acumulado. En este caso, las causas raíz con las frecuencias más altas y los mayores porcentajes acumulados son las primeras prioridades para abordar y

resolver. A continuación, se presenta el diagrama de Pareto, con las causas prioritarias antes mencionadas.

Figura 30 Gráfico de Pareto causas prioritarias



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en el gráfico de Pareto, con las causas raíz mencionadas en la tabla #17, nos indica que el 13% la falta de planificación de recursos humanos y la escasez de personal en diversas áreas pueden tener un impacto negativo en el proceso de barrido manual. Esto puede resultar en una cobertura inadecuada, demoras, fatiga, disminución de la atención al detalle y afectar la moral del personal. Es esencial contar con una planificación adecuada y suficiente personal para garantizar un proceso de barrido manual efectivo y de alta calidad.

El 11% corresponde a la falta de planeación y control de rutas puede afectar negativamente el proceso de barrido al causar ineficiencia en la asignación de recursos, tiempos de respuesta prolongados, falta de cobertura adecuada, inconsistencias en la programación y dificultades en la supervisión y el control.

El 10% corresponde a la falta de programas de bienestar y salud ocupacional, junto con una alta incidencia de incapacidad, puede afectar el proceso de barrido al causar ausencias frecuentes, reducir la eficiencia, aumentar el riesgo de accidentes y lesiones, disminuir la calidad del trabajo y tener un impacto negativo en la imagen de la organización. Es fundamental implementar programas adecuados de bienestar y salud ocupacional para proteger la salud y el bienestar de los empleados y garantizar un proceso de barrido efectivo y de alta calidad.

Otra causa importante que tiene un porcentaje considerable es la resistencia al cambio con un 8%, esto puede generar obstaculizar la adopción de nuevas tecnologías, limitar la disposición para la mejora continua, disminuir la flexibilidad y adaptabilidad, afectar la participación e involucramiento del personal y dificultar la implementación de cambios.

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

5.1 Propuesta para el desarrollo de las soluciones

A continuación, en este capítulo se describirán las posibles soluciones que ayudaran a mitigar o reducir las posibles causas encontradas en los capítulos anteriores, las posibles soluciones son respaldadas con datos experimentales

Las siguientes propuestas tienen como objetivo desarrollar soluciones efectivas para abordar los desafíos identificados en el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José.

A continuación, se presenta las tres posibles causas sin ningún orden de las cuales se realizaron experimento para analizar que tanto influyen en el caso estudiado.

1. Análisis de capacidad de las rutas
2. Rediseño de rutas

5.1.1 Propuesta #1

Realización de una herramienta con apoyo de R que es un entorno y lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico, esta herramienta nos va a permitir ver el comportamiento de las rutas, este software nos genera posibles escenarios con diferentes variables, nos permite llevar un control mediante una base de datos generados por muestreo.

i. Herramienta R

La simulación es una técnica que permite modelar y estudiar sistemas complejos mediante la generación de datos aleatorios que representan diferentes escenarios posibles. En este caso, utilizando la herramienta de R, se puede simular cuánto tiempo puede tardar una persona en barrer manualmente en diferentes escenarios, teniendo en cuenta variables como el tiempo promedio de ruta, la cantidad de residuos, la eficiencia, la velocidad, tipo de superficie y la época.

Al simular múltiples escenarios, se puede obtener una mejor comprensión de la variabilidad y los posibles resultados del proceso de barrido manual.

La ventaja de utilizar esta herramienta de simulación en R es que nos permite explorar y evaluar diferentes combinaciones de variables y condiciones sin necesidad de realizar pruebas reales en campo. Además, se puede ajustar y adaptar el código según las necesidades específicas, incorporando otras variables relevantes para el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José.

Nos ayuda a tomar decisiones, identificar ineficiencias y optimizar procesos.

A continuación, se presenta el lenguaje de programación utilizado y los diferentes escenarios actuales que puede generar el programa.

Figura 31 Simulador en R

Pasos para crear el simulador en R

```
# Instalar los paquetes necesarios si no están instalados
if (!require("shiny")) {
  install.packages("shiny")
}

library(shiny)

# Paso 1: Definir la tasa de barrido manual por metro cuadrado según la cantidad de basura
tasa_barrido_alta <- 0.002 # horas/metro cuadrado
tasa_barrido_media <- 0.002674352 # horas/metro cuadrado (misma tasa original)
tasa_barrido_baja <- 0.0008 # horas/metro cuadrado
```



```
# Paso 2: Crear la función que calcula el tiempo de barrido y la cantidad de bolsas
tiempo_barrido <- función(área, personas, cantidad_basura, tipo_superficie, temporada)
{
  # Agregar tasas de barrido para cada tipo de superficie
  tasa_barrido_superficie <- switch(tipo_superficie,
    "plana" = 0.0015, # horas/metro cuadrado
    "pendiente" = 0.0018,
    "otra" = 0.0022)

  # Obtener la tasa de barrido correspondiente a la cantidad de basura y tipo de superficie
  tasa_barrido <- switch(cantidad_basura,
    "alta" = tasa_barrido_baja,
    "media" = tasa_barrido_media,
    "baja" = tasa_barrido_alta)

  # Ajustar la tasa de barrido según la temporada
  if (temporada == "verano") {
    tasa_barrido <- tasa_barrido * 0.8 # Reducción del 20% en verano
  } else if (temporada == "invierno") {
    tasa_barrido <- tasa_barrido * 1.2 # Aumento del 20% en invierno
  }

  # Ajustar el tiempo de barrido según la cantidad de basura
  tiempo <- área * tasa_barrido_superficie / tasa_barrido / personas
  if (cantidad_basura == "media") {
    tiempo <- tiempo * 1.1 # Aumento del 10% en tiempo de ruta para cantidad de basura media
  }

  # Ajustar la cantidad de bolsas según la cantidad de basura
  cantidad_bolsas <- switch(cantidad_basura,
    "alta" = 12,
    "media" = 8,
    "baja" = 4)

  return(list(tiempo = tiempo, bolsas = cantidad_bolsas))
}
```

```
# Definir la interfaz de usuario de Shiny
ui <- fluidPage(
  titlePanel("Cálculo de tiempo de barrido y cantidad de bolsas"),
  sidebarLayout(
    sidebarPanel(
      selectInput("área", "Área (metros cuadrados):", choices = c(1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000)),
      selectInput("personas", "Número de personas:", choices = c(1, 2, 3)),
      selectInput("cantidad_basura", "Cantidad de basura:", choices = c("alta", "media", "baja")),
      selectInput("tipo_superficie", "Tipo de superficie:", choices = c("plana", "pendiente", "otra")),
      selectInput("temporada", "Temporada:", choices = c("invierno", "verano")),
      actionButton("calcular", "Calcular")
    ),
    mainPanel(
      tableOutput("resultado"),
      plotOutput("grafico")
    )
  )
)

# Definir la función para el cálculo y actualización del resultado
server <- function(input, output) {
  # Realizar el cálculo y mostrar el resultado cuando se presione el botón "Calcular"
  observeEvent(input$calcular, {
    área <- as.numeric(input$área)
    personas <- as.numeric(input$personas)
    cantidad_basura <- input$cantidad_basura
    tipo_superficie <- input$tipo_superficie
    temporada <- input$temporada
```



```
# Calcular el tiempo de barrido y cantidad de bolsas
resultado <- tiempo_barrido(área, personas, cantidad_basura, tipo_superficie, temporada)

# Convertir el tiempo a horas
resultado$tiempo <- resultado$tiempo / 1000

# Calcular la velocidad y eficiencia
velocidad <- área / resultado$tiempo # Velocidad de barrido en metros cuadrados por hora
eficacia <- velocidad * resultado$bolsas # Eficacia en metros cúbicos de basura barridos por hora

# Mostrar el resultado en una tabla
output$resultado <- renderTable({
  data.frame(Tiempo = sprintf("%.2f horas", resultado$tiempo),
    "Cantidad de bolsas" = resultado$bolsas,
    "Velocidad" = sprintf("%.2f m2/h", velocidad),
    "Eficiencia" = sprintf("%.2f m3/h", eficacia))
})

# Crear el gráfico de velocidad y eficiencia
output$grafico <- renderPlot({
  datos <- data.frame(Categoría = c("Velocidad", "Eficiencia"),
    Valor = c(velocidad, eficacia),
    Unidad = c("m2/h", "m3/h"))

  barplot(datos$Valor, names.arg = datos$Categoría, ylab = "Valor", xlab = "",
    col = c("blue", "green"), main = "Velocidad y Eficiencia", ylim = c(0, max(datos$Valor) * 1.2))

  text(x = barplot(datos$Valor), y = datos$Valor, labels = paste0(datos$Valor, " ", datos$Unidad),
    pos = 3, col = "black")
})

# Ejecutar la aplicación Shiny
shinyApp(ui = ui, server = server)
```

Fuente: Elaboración Propia

ii. Explicación de los pasos para los diferentes escenarios en el simulador R

- **Paso # 1:** Se definen tres variables: tasa de barrido alta, media y baja. Estas variables representan las tasas de barrido manual por metro cuadrado en función de la cantidad de basura. Estos valores se utilizan en el Paso 2 para calcular el tiempo de barrido.

- **Paso # 2:** Nos muestra los tipos de superficies que pueden presentarse en una ruta de barrido, así como tiempos específicos para la realización de los diferentes escenarios. Para el tipo de superficie "plana", se ha asignado un valor de 0.0015 horas/metro cuadrado, esto indica que se requieren 0.0015 horas para barrer un metro cuadrado de área en superficies planas, para el tipo de superficie "pendiente", se ha asignado un valor de 0.0018 horas/metro cuadrado, esto implica que se necesitan 0.0018 horas para barrer un metro cuadrado de área en superficies con pendiente y para el tipo de superficie "otra", se ha asignado un valor de 0.0022 horas/metro cuadrado, esto significa que se precisan 0.0022 horas para barrer un metro cuadrado de área en superficies que no se clasifican como planas ni con pendiente.

Es importante señalar que los datos específicos dependerán del contexto y ubicación geográfica en la que se esté realizando el barrido.

- **Paso #3:** La intención de este paso es reflejar que el tiempo de barrido puede verse afectado por diferentes condiciones durante el verano y el invierno.

El código ajusta la tasa de barrido dependiendo de la temporada. Durante el verano, la tasa se incrementa en un 20%, en este caso, se multiplica la variable "tasa de barrido" por 1.2, mientras que durante el invierno se reduce en un 20%, en este caso se multiplica la variable "tasa de barrido" por 0.8.

➤ **Paso #4:** Se pretende ajustar el tiempo de barrido según la cantidad de basura.

- a. Si la cantidad de basura es "alta", el tiempo de ruta se aumenta en un 20%.
- b. Si la cantidad de basura es "media", el tiempo de ruta se aumenta en un 10%.
- c. Si la cantidad de basura es "baja", el tiempo de ruta se reduce en un 10%.

➤ **Paso #5:** Se pretende ajustar la cantidad de bolsas según la cantidad de basura.

- a. Si la cantidad de basura es "alta", el número de bolsas es de 12 en promedio.
- b. Si la cantidad de basura es "media", el número de bolsas es de 8 en promedio.
- c. Si la cantidad de basura es "baja", el número de bolsas es de 4 en promedio

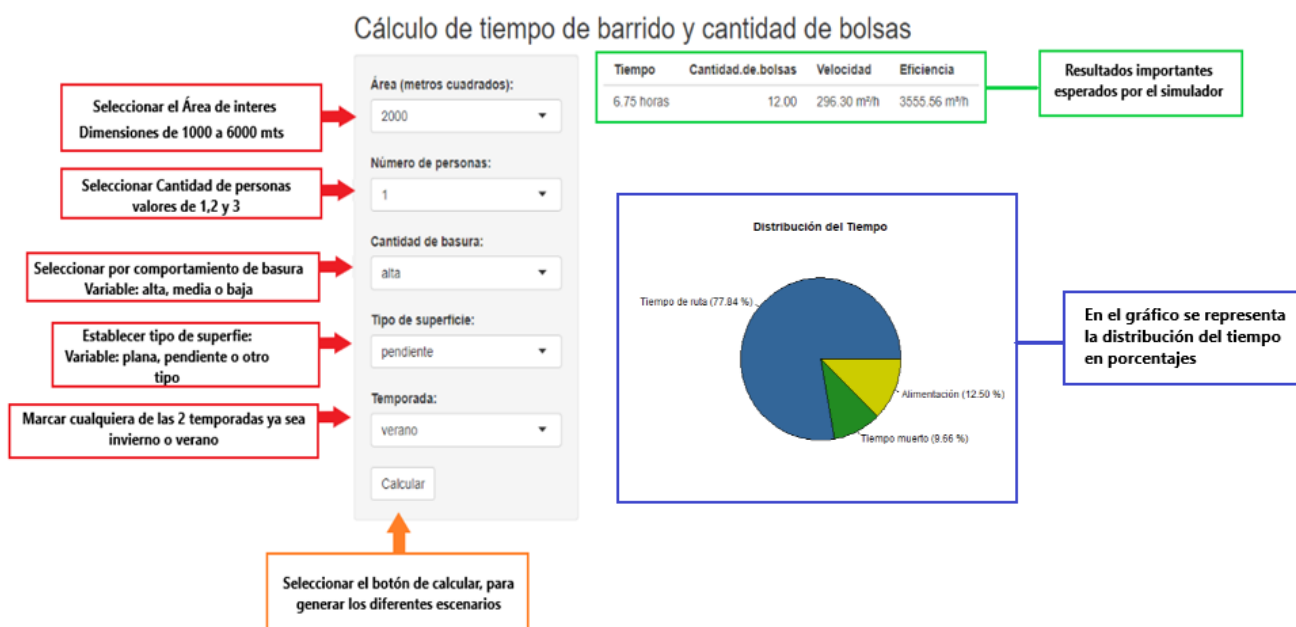
Los pasos mencionados anteriormente, son importantes para la realización de los diferentes escenarios, cabe recalcar que se pueden agregar muchas más variables, además de estos puntos, el simulador también genera la velocidad de barrido y la eficiencia.

La velocidad de barrido se calcula dividiendo el área a barrer por el tiempo de barrido estimado en horas. (**Velocidad = área / tiempo**).

La eficiencia se calcula multiplicando la velocidad de barrido por la cantidad de bolsas necesarias para limpiar el área en una hora. (**Eficiencia = velocidad * cantidad de bolsas**).

A continuación, se presenta el paso a paso de la interfaz completa:

Figura 32 Paso a paso de la Interfaz

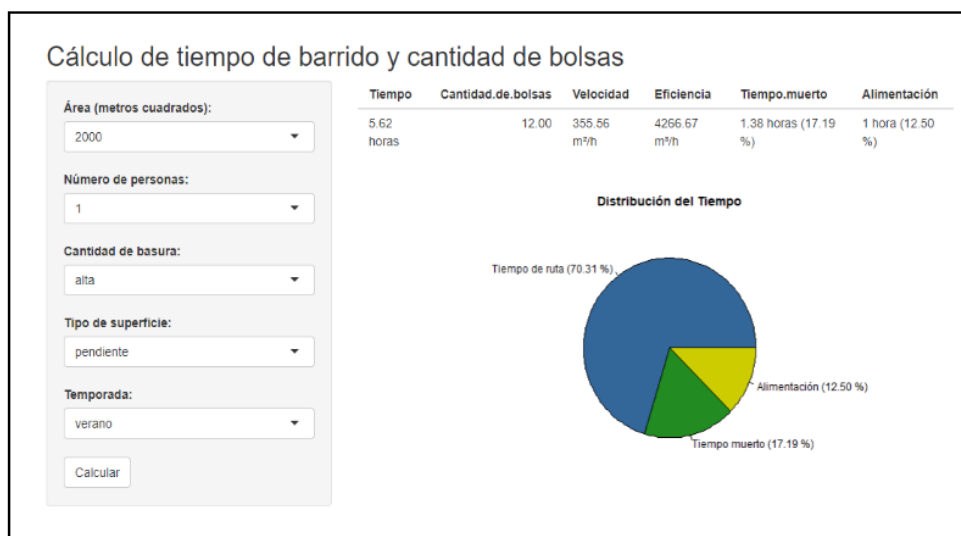


Fuente: Elaboración Propia

En la aplicación Shiny, estos cálculos se realizan en la función del servidor y se actualizan cada vez que se presiona el botón "Calcular". Los resultados se muestran en la tabla y el gráfico.

En la tabla, se muestra el tiempo de barrido en horas, la cantidad de bolsas necesarias, la velocidad de barrido en metros cuadrados por hora y la eficiencia en metros cúbicos de basura barridos por hora. En el gráfico, se representan la distribución de tiempos en porcentajes.

Figura 33 Visualización de los datos en R



Fuente: Elaboración Propia

iii. Diferentes escenarios para ver el comportamiento de R en las rutas actuales

Tabla 18 Tiempos efectivos de rutas con R

Rutas Actuales						
Área (mts cuadrados)	Número de personas	Cantidad de basura	Tipo de Superficie	Tiempo Efectivo (hrs)	# Bolsas	Porcentaje Tiempo Efectivo (%)
2257	1	Alta	Plana	5,29	12	66,13%
2281	1	Alta	Plana	5,35	12	66,88%
1954	1	Alta	Plana	4,58	12	57,25%
1993	1	Alta	Plana	4,67	12	58,38%
2092	1	Alta	Plana	4,90	12	61,25%
2349	1	Alta	Plana	5,51	12	68,88%
4625	1	Alta	Otra	10,84	12	No se terminan la ruta en las 8 hrs
4125	1	Alta	Otra	9,67	12	No se terminan la ruta en las 8 hrs
5170	2	Alta	Pendiente	8,89	12	No se terminan la ruta en las 8 hrs

Fuente: Elaboración Propia

La tabla #18 nos muestra los tiempos efectivos obtenidos, la herramienta R me permite generar los escenarios actuales que presentan ciertas rutas, nos muestra el tiempo efectivo y así poder calcular el porcentaje de efectividad en una jornada de 8 horas diaria.

5.1.2 Propuesta #2

Plan de implementación de ajuste y de nuevas rutas, esta propuesta va de la mano con la propuesta #1, ya que, gracias al simulador creado en R, observamos rutas que necesitan optimización, así poder aplicar, los criterios 2 y 3 antes mencionados en los capítulos anteriores.

Criterios:

- **Criterio 1:** Las rutas están bien establecidas, los tiempos son considerables o sea están acordes a la dimensión de la ruta.
- **Criterio 2:** Hay rutas que se terminan, pero presentan un tiempo muerto alto, necesitan optimización.
- **Criterio 3:** Hay rutas que relativamente no se terminan en la frecuencia estipulada, que normalmente es diaria.

Esta propuesta se realizará en colaboración con la Jefatura directa del Departamento de Sección de Limpieza Urbana, está persona tiene gran conocimiento en la parte de dimensiones de ruta, la idea consiste en rediseñar las rutas actuales, para que el trabajador se pueda ajustar a estos cambios y ver resultados positivos, cabe recalcar que estas rutas deben tener

aprobación por la parte legal de la Municipalidad de San José, que en este caso sería Auditoría Interna.

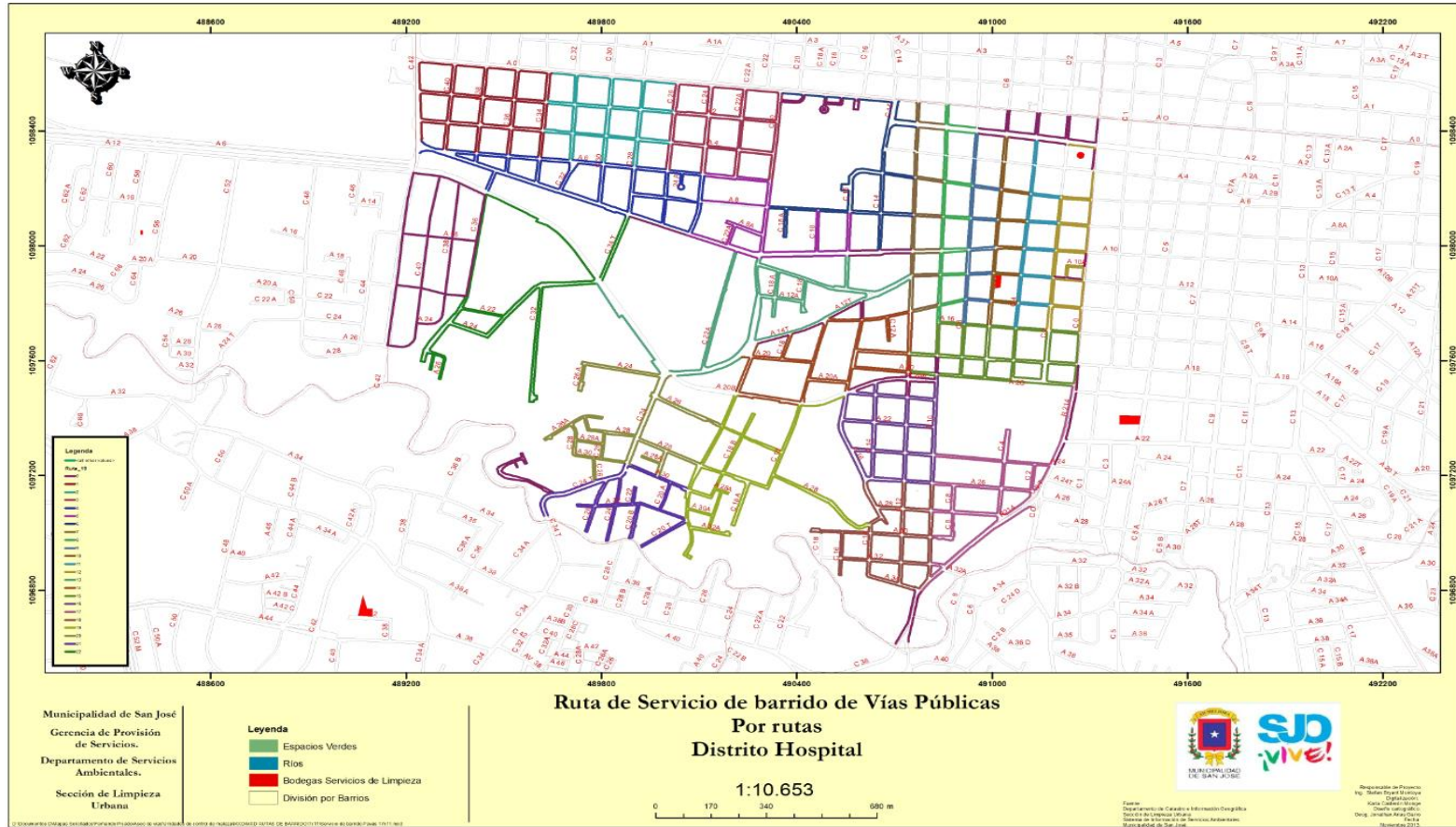
Rediseñar las rutas de barrido manual en la Municipalidad de San José es de suma importancia debido a los múltiples beneficios que conlleva. En primer lugar, al optimizar las rutas de barrido, se logra mejorar la eficiencia del proceso de limpieza en la ciudad. Al planificar las rutas de manera adecuada, se reduce el tiempo y los recursos necesarios para completar la tarea, lo que permite que en algunos casos las personas encargadas puedan terminar el barrido en un solo día.

Además, rediseñar las rutas de barrido manual también implica considerar aspectos como la distribución demográfica de la ciudad, la densidad poblacional, las zonas de mayor tránsito y las áreas comerciales. Estos factores influyen en la cantidad de desechos generados en cada área, por lo que es necesario planificar las rutas de manera estratégica para garantizar una cobertura adecuada y eficiente.

A continuación, se presenta la propuesta para la implementación de los ajustes de rutas en el Distrito Hospital, otra información importante es que se va a realizar una réplica en los demás distritos y de esta manera poder llegar a estandarizar las rutas de la mejor manera.

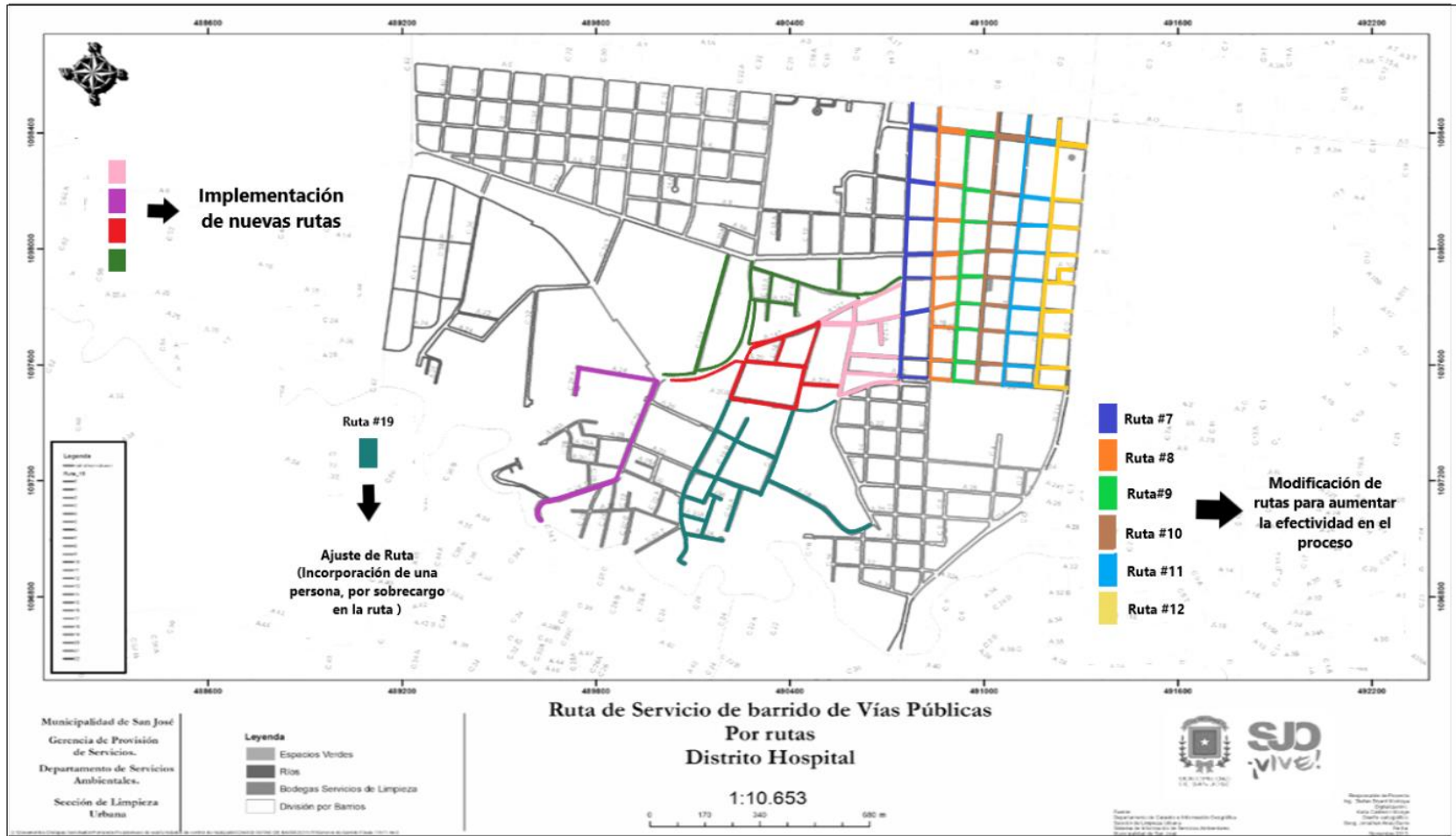
En la figura # 34 se mostrará el mapa original de todas las rutas actuales sin ajustes, de este mapa se obtuvieron los tiempos representados en la tabla # 18.

Figura 34 Mapa Distrito Hospital sin Ajustes



Fuente: Municipalidad de San José

Figura 35 Mapa Distrito Hospital con Ajustes



Fuente: Elaboración Propia

En la figura #35 se muestra el mapa con los nuevos ajustes de rediseño, como se observa se realizó una implementación de nuevas rutas, esto por varios aspectos entre ellos que habían 2 rutas que superaban los 4100 m², estas rutas son de frecuencia diaria, es realizada por una persona, con el simulador en R nos dimos cuenta que esta ruta no se terminaba en un día que era lo estipulado, lo que hacía el personal era que lo dividen en 2 partes, un día una parte y el otro día la otra parte, el problema es que el contribuyente paga por una tasa de servicio, esa tasa tiene una frecuencia de barrido, entonces no se estaba haciendo correcto el proceso de trabajo, además de esto el manual instructivo nos indica que un trabajador en promedio no puede exceder un máximo de 2700 m² en frecuencia de barrido, entonces lo que se hizo fue crear una nueva ruta y así bajar la cantidad de metros, en el mapa se presenta con los colores rojo, rosado y verde pasó de 2 rutas a 3 rutas, otra implementación de ruta que si hizo fue la ruta que esta de color morada, esta ruta no existía se creó por que antes no se barría ese sector, una parte de esta ruta morada pertenecía a la ruta # 21, lo que pasaba es que esta ruta quedaba muy recargada, se tomó la decisión de hacer la ruta morada individual.

La ruta color turquesa tiene 5170 m² es realizada por 2 personas, pero presenta varias características, como tipo de superficie o infraestructura lo que hace que esta ruta no se termine en un día, se hace la incorporación de una persona más.

Las rutas de color azul, anaranjado, verde, café, celeste y amarillo se hizo un reajuste se les asigno 400 m² esto se hizo para una eliminar la ruta #15, en la figura #36 se muestra esta ruta, al realizar estos cambios observamos que nos ganamos un trabajador y además se aumenta la eficiencia en estas rutas.

Figura 36 Ruta #15 Distrito Hospital

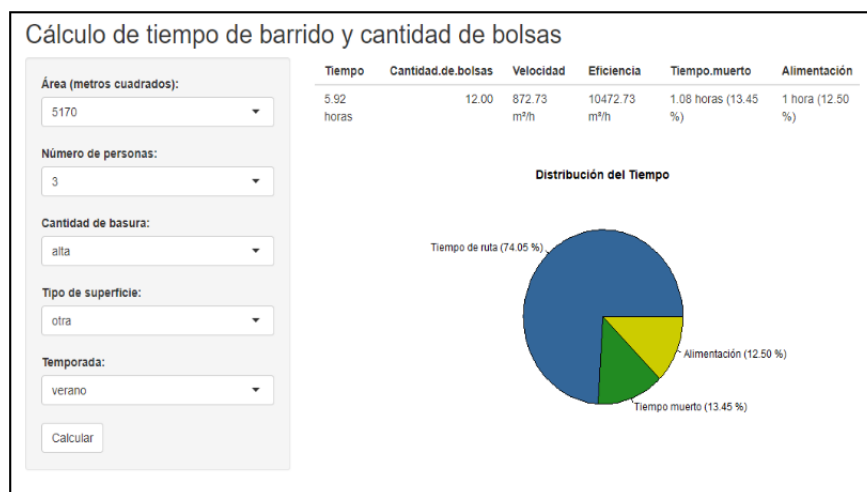
Distrito Hospital
 Rutas de Barrido
 Sector: 1
 Ruta N°: 15
 Frecuencia: diaria
 Longitud: 3786 metros




Fuente: Municipalidad de San José

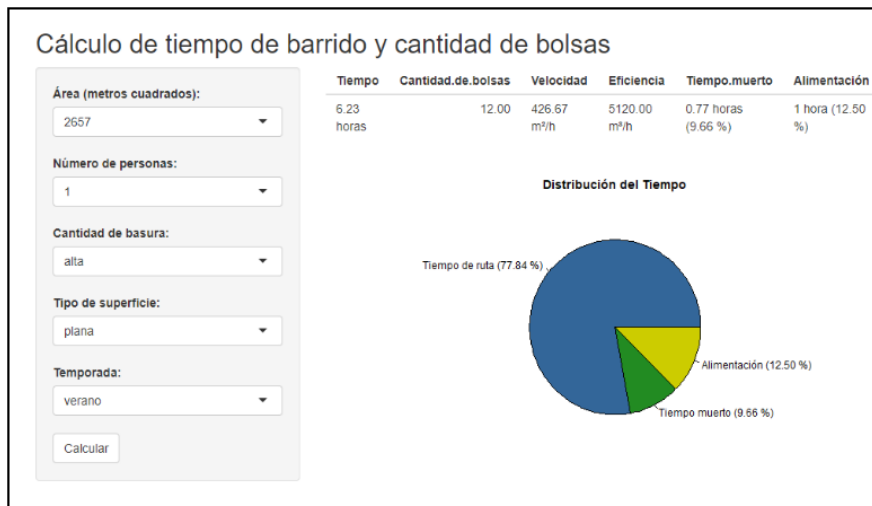
i. Diferentes escenarios para ver el comportamiento de R en las rutas con ajustes

Figura 37 Ruta color turquesa Distrito Hospital



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38 Ruta color azul Distrito Hospital



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentan los resultados con los nuevos ajustes en las rutas y algunas simulaciones en R después de estos ajustes.

Tabla 19 Tiempos efectivos de rutas con ajuste en R

Rutas Ajustes								
# Ruta	Color de ruta	Área (mts cuadrados)	Número de personas	Cantidad de basura	Tipo de Superficie	Tiempo Efectivo (hrs)	# Bolsas	Trabajo Efectivo (%)
7	Blue	2657	1	Alta	Plana	6,23	12	77,88%
8	Orange	2681	1	Alta	Plana	6,28	12	78,50%
9	Green	2354	1	Alta	Plana	5,52	12	69,00%
10	Brown	2393	1	Alta	Plana	5,61	12	70,13%
11	Cyan	2492	1	Alta	Plana	5,84	12	73,00%
12	Yellow	2549	1	Alta	Plana	5,95	12	68,88%
N	Pink	2790	1	Alta	Plana	6,54	12	81,75%
N	Red	2630	1	Alta	Plana	6,16	12	77,00%
N	Dark Green	2750	1	Alta	Plana	6,45	12	80,63%
N	Purple	2275	1	Alta	Pendiente	6,40	12	80,00%
19	Teal	5170	3	Alta	Pendiente	5,92	12	74,00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Comparativa Rutas (Sin Ajustes vs Con Ajustes)

Comparativa Rutas (Sin Ajustes vs Con Ajustes)													
# Ruta	Color de ruta	Área (mts cuadrados) V	Área (mts cuadrados) N	Número de personas	Cantidad de basura	Tipo de Superficie	Tiempo Efectivo (hrs) Viejo	Tiempo Efectivo (hrs) Nuevo	Porcentaje (%) Efectivo Viejo	Porcentaje (%) Efectivo Nuevo	Variacion Porcentual	Diferencia Absoluta	
7		2257	2657	1	Alta	Plana	5,29	6,23	66,13%	77,88%	17,77%	11,75%	
8		2281	2681	1	Alta	Plana	5,35	6,28	66,88%	78,50%	17,37%	11,62%	
9		1954	2354	1	Alta	Plana	4,58	5,52	57,25%	69,00%	20,52%	11,75%	
10		1993	2393	1	Alta	Plana	4,67	5,61	58,38%	70,13%	20,13%	11,75%	
11		2092	2492	1	Alta	Plana	4,90	5,84	61,25%	73,00%	19,18%	11,75%	
12		2149	2549	1	Alta	Plana	5,51	5,95	68,88%	74,38%	7,98%	5,50%	
N		N	2790	1	Alta	Plana		6,54		81,75%			
N		N	2630	1	Alta	Plana	Nuevas rutas	6,16		77,00%	Nuevas rutas	Nuevas rutas	
N		N	2750	1	Alta	Plana		6,45		80,63%			
N		N	2275	1	Alta	Pendiente		6,40		80,00%			
19		5170	5170	3	Alta	Pendiente	8,89	5,92	Ruta No terminada	74,00%	Ruta se termina	Ruta se termina	

Fuente: Elaboración Propia


La tabla #20 nos muestra la comparativa en términos del antes y después de los ajustes, se observa cómo se aumenta la efectividad en las rutas del Distrito Hospital, estos cambios se realizan con ayuda del simulador R, además de como rutas que antes no se terminaban ahora se cumplen al 100%, en la tabla podemos observar la variación porcentual y diferencia absoluta.


Ejemplo de la ruta # 7: Observamos que antes la ruta era de 2257 ahora pasa a ser 2657 m², esto nos va a permitir aumentar la eficiencia operativa, así disminuir el tiempo muerto, en este caso la ruta sin ajuste tiene un porcentaje de efectividad del 66,13% ahora con ajustes pasa a ser de un 77,88%, quiere decir que términos de variación porcentual tendríamos un cambio a favor del 17,77%, es un cambio razonable y de gran importancia para el Departamento, cada ruta presentan sus variaciones, todas estas rutas presentan impactos positivos, más adelante del documento se observará el análisis de costo-beneficio con base a esta propuesta.

5.1.3 Propuesta #3

Validación de documentos, actualización y ajustes en el Instructivo de la Municipalidad de San José y rutas de barrido, ya que este documento no se actualiza desde el 2020.

Figura 39 Manual de las Instrucciones de trabajo

	Municipalidad de San José Sección Limpieza Urbana Manual de Instrucciones de Trabajo de la Sección Limpieza Urbana	Código: MSJ-SLU-IN01
Fecha de Liberación: 1/12/2020	Versión: 2.0	Página: 1 de 57


MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ
MSJ-SLU-IN01
**"MANUAL DE INSTRUCCIONES DE TRABAJO DE LA
SECCIÓN LIMPIEZA URBANA"**

APROBADO POR:	Lic. Jonathan Arias Garro Jefe Sección Limpieza Urbana
LIBERADO POR:	Licda. Floribeth Molina Cedeño Directora Planificación Estratégica Institucional
LIBERADO POR:	Ing. José E. Milgram Fiseras Encargado de Proceso 2 Dirección Planificación Estratégica Institucional

Fuente: Municipalidad de San José

i. Validación de documentos:

- **Evaluación de la documentación existente:** Realizar una revisión exhaustiva de la documentación actual en el Manual de Instrucciones de trabajo de la Sección de

Limpieza Urbana, identificar las áreas donde la documentación es insuficiente, desactualizada o poco clara.

- **Revisión y aprobación de la documentación:** Implementar un proceso de revisión y aprobación para garantizar la calidad y la precisión de la documentación.
- **Actualización de los procedimientos:** Actualizar los procedimientos existentes para reflejar las nuevas rutas de barrido, incorporar la información relevante sobre las rutas, como los horarios, los puntos de inicio, final y cualquier instrucción específica para los trabajadores encargados del barrido.
- **Creación de mapas y diagramas:** Crear mapas y diagramas visuales que ilustren claramente las nuevas rutas de barrido. Esto facilitará la comprensión y la referencia rápida de los trabajadores encargados del barrido, así como de otros empleados involucrados en el proceso.

5.1.4. Creación de nuevos KPIs:

La propuesta consiste en la creación de nuevos KPIs (Indicadores Clave de Desempeño) en la Sección de Limpieza Urbana con el objetivo de medir y evaluar de manera más precisa diferentes aspectos del proceso de limpieza y barrido. Estos KPIs se enfocan en áreas como la eficiencia operativa, la satisfacción ciudadana, la seguridad, el impacto ambiental y la innovación tecnológica. Al implementar estos nuevos indicadores, la sección podrá obtener una visión más completa y detallada de su desempeño, identificar áreas de mejora y establecer metas específicas para impulsar la eficacia y la eficiencia en sus operaciones de limpieza. Además, estos KPIs proporcionarán una base objetiva para la toma de decisiones, permitiendo

a la municipalidad monitorear el progreso a lo largo del tiempo y realizar ajustes en su enfoque estratégico para garantizar una gestión efectiva y satisfacer las necesidades de la comunidad.

A continuación, se presentan los Indicadores actuales que presenta el Departamento.

Ecuación 1 KPIs Actuales

La productividad del servicio de barrido se medirá de la siguiente forma:

$$P_{(barrido)} = \frac{\text{Rutas programadas}}{\text{Rutas atendidas}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\sum PM \text{ atendidos}}{\sum PM \text{ reportados}} \quad \text{Productividad} = \frac{\sum PM \text{ programadas}}{\sum PM \text{ atendidas}}$$

Fuente: Municipalidad de San José

A continuación, se presentan algunas propuestas de KPIs (Indicadores Clave de Desempeño) para implementar en el Departamento de Sección de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José. Estos indicadores permitirán medir y evaluar de manera efectiva el desempeño de las actividades de limpieza urbana.

Ecuación 2 Satisfacción del contribuyente

KPI: Porcentaje de satisfacción del contribuyente.

Índice de Satisfacción del contribuyente= $\frac{\text{Contribuyentes satisfechos}}{\text{Total de encuestas realizadas}}$

Fuente: Elaboración Propia

Ecuación 3 Solicitudes de Limpieza

KPI: Tiempo promedio de respuesta

<p> Tiempo promedio de respuesta a solicitudes de limpieza: $\frac{\text{Suma de tiempos de respuesta}}{\text{Total de solicitudes}}$ </p>
--

Fuente: Elaboración Propia

Ecuación 4 Capacitación por empleados

KPI: Horas promedio de capacitación por empleado.

<p> Horas de capacitación por empleado: $\frac{\text{Total de horas de capacitación}}{\text{Total de empleados}}$ </p>
--

Fuente: Elaboración Propia

Ecuación 5 Mantenimiento Preventivo

KPI: Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento preventivo de herramientas

<p> Índice de mantenimiento preventivo de herramientas $\frac{\text{Herramientas mantenidas preventivamente}}{\text{Total de herramientas}} * 100$ </p>

Fuente: Elaboración Propia

Estos son algunos ejemplos de KPIs que se pueden implementar en el departamento, son propuestas que se realizaron, pueden ser más o menos, esto es importante porque nos permiten medir y monitorear el desempeño de un departamento, equipo o proceso específico. Proporcionan una forma cuantitativa de evaluar el progreso hacia los objetivos establecidos y brindan una visión clara de los resultados obtenidos.

Los KPIs proporcionan datos concretos y objetivos que respaldan la toma de decisiones informadas. Al tener información clara sobre el desempeño, se pueden identificar áreas de mejora, asignar recursos adecuadamente y priorizar acciones para alcanzar los resultados deseados.

Los KPIs proporcionan un punto de referencia para establecer metas y objetivos claros, además fomentan la cultura de mejora continua al proporcionar un mecanismo para evaluar el progreso y la efectividad de las iniciativas de mejora implementadas.

5.2 Análisis económico de propuestas

El análisis económico de las propuestas para el proceso de barrido manual en la Municipalidad de San José es importante para evaluar la eficiencia, la viabilidad financiera y los beneficios sociales y ambientales. Esto permite tomar decisiones informadas que maximicen el uso de los recursos municipales y promuevan el bienestar de la comunidad.

Si bien se presentaron 4 propuestas hay una que genera un análisis económico, esta se refiere a la propuesta #2, que va de la mano con la propuesta #1 (simulador R).

En la propuesta #2 , se hace el rediseño de rutas con base al simulador , esto nos permitió generar varios escenarios, está pendiente de aprobación de la parte legal de la Municipalidad, esta propuesta generó impacto positivo en las rutas, aumentando la eficiencia operativa, un mejor diseño de ruta, si bien la Municipalidad es una organización del gobierno, y no tiene ganancias como si , como resultado o beneficio del proyecto, a las rutas que se les hicieron los diferentes ajustes en tiempo aproximadamente nos ganamos una hora más en tiempo efectivo aproximadamente, las rutas aproximadamente se les hizo un reajuste de aproximadamente 400 m². Toda la parte de análisis económico se muestra en la tabla #21, estos resultados se realizaron con base al salario de un trabajador que realiza el proceso de barrido manual. A continuación, en la figura #39 se muestra un ejemplo de un comprobante de planilla, que muestra la fecha, la descripción y el monto, el cual fue entregado por la Municipalidad de San José, de carácter ilustrativo.

Figura 40 Comprobante de Planilla

Otros Movimientos				
Fecha	Descripción	Unidades	Valor	Monto
08/06/2023	TIEMPO AUSENTE NEG ORDINARIO			(11,384.30)
11/06/2023	Redondeo de Salarios			0.71
05/06/2023	ANUALIDADES DESPUES LEY 9635	3.00	6,724.35	6,724.35
05/06/2023	RIESGO PELIGROSIDAD NOMINAL FIJO	1.00	5,294.77	5,294.77
Total:				¢ 635.53
Ajuste de Retroactivos				
	Ajuste por Base Salarial			0.00
	Ajuste por ANUALIDADES DESPUES LEY 9635			0.00
	Ajuste por RIESGO PELIGROSIDAD NOMINAL FIJO			0.00
Total:				¢ 0.00
Cargas Laborales				
Descripción				Monto
CONTRIB. SEGURO INVALIDEZ Y MUERTE				(4,292.39)
CONTRIB. SEGURO ENFERMEDAD				(5,661.43)
CONTRIB. REGIMEN OBLIGATORIO PENSION COMPLEMENTARIA				(1,029.35)
Total:				¢ (10,983.17)

Fuente: Municipalidad de San José

Figura 41 Comprobante de Planilla (Salario Base)

Salario Base Mensual:		443,301.00	
Salario Base Semana 22 Mayo 2023:		102,300.23	
Información de Pago Resumida			
Conceptos de Pago		Deducciones	
Salario Base:	102,300.23	Cargas Laborales:	11,480.39
Otros Movimientos:	5,295.39	Otras Deducciones:	(1,305.23)
Ajuste Retroactivos:	0.00	Renta:	0.00
Total:	107,595.62		(12,785.62)
		Salario Líquido:	94,810.00

Fuente: Municipalidad de San José

Con la información del salario base mensual, podemos calcular aproximadamente cual puede ser el salario por hora de cada trabajador, esto nos permite transcribir los nuevos tiempos obtenidos, o sea los cambios que se realizaron en cada una de las rutas, así interpretarlo a la parte monetaria para ver cuánto se pierde o se gana con estos cambios.

La jornada laboral de los trabajadores es de 45 horas a la semana, el salario base semanal es de 102,300 colones, ese salario se divide por las 45 horas, nos da un resultado de 2273.33 colones por hora, con este dato podemos realizar el análisis económico, como se mencionó anteriormente la tabla #21 nos mostrara a detalle cada uno de los cálculos.

Tabla 21 Análisis Económico

Análisis Económico															
# Ruta	Color de ruta	Área (mts cuadrados) N	Tiempo Efectivo (hrs) Viejo	Porcentaje (%) Efectivo Viejo	Costo por hora	Pérdidas (Rutas Diarias)	Pérdidas (Rutas 2 veces por semana)	Tiempo Efectivo (hrs) Nuevo	Porcentaje (%) Efectivo Nuevo	Pérdidas (Nuevas Rutas Diarias)	Beneficio - Ganancias 2 veces por semana)	Diferencia (Nuevas Rutas)	Ganancias Monetarias (Semanal)	Ganancias Monetarias (Mensual)	Ganancias en tiempo (hrs)
7		2657	5,29	66,13%	2273,33	€6 159,81	NA	6,23	77,88%	€4 022,88	NA	€2 136,93	€10 684,63	€213 692,52	0,94
8		2681	5,35	66,88%	2273,33	€6 023,42	NA	6,28	78,50%	€3 910,13	NA	€2 113,29	€10 566,46	€211 329,24	0,93
9		2354	4,58	57,25%	2273,33	€7 774,79	NA	5,52	69,00%	€5 637,86	NA	€2 136,93	€10 684,66	€213 693,16	0,94
10		2393	4,67	58,38%	2273,33	€7 569,28	NA	5,61	70,13%	€5 432,35	NA	€2 136,93	€10 684,65	€213 693,06	0,94
11		2492	4,90	61,25%	2273,33	€7 047,32	NA	5,84	73,00%	€4 910,39	NA	€2 136,93	€10 684,64	€213 692,72	0,94
12		2549	5,51	68,88%	2273,33	€5 659,68	NA	5,95	74,38%	€4 659,42	NA	€1 000,26	€5 001,31	€100 026,28	0,44
N		2790	Nuevas rutas	Nuevas rutas	2273,33	€0,00	NA	6,54	81,75%	€3 319,06	NA	€3 319,06	€16 595,30	€331 906,00	NA
N		2630			2273,33	€0,00	NA	6,16	77,00%	€4 182,93	NA	€4 182,93	€20 914,65	€418 293,00	NA
N		2750			2273,33	€0,00	NA	6,45	80,63%	€3 522,75	NA	€3 522,75	€17 613,75	€352 275,00	NA
N		2275			2273,33	NA	€0,00	6,40	80,00%	NA	€3 637,33	€3 637,33	€7 274,66	€58 197,28	NA
19		5170			8,89	Ruta No terminada	2273,33	NA	€0,00	5,92	74,00%	NA	€4 728,53	€4 728,53	€9 457,06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 Datos importantes para el análisis económico

Costo por día:		€18 186,64
Salario por día:		€2 273,33
Días :		45 horas / 8 horas por día
		5,625 por semana
Costo beneficio:		Porcentaje efectivo * Salario por día - Porcentaje de efectividad

Fuente: Elaboración Propia

La tabla #21 presenta un análisis económico que abarca varios aspectos relevantes. En ella se detallan datos como el tiempo efectivo en horas, el porcentaje de efectividad antes y después de un ajuste, el salario por hora, el costo-beneficio, las ganancias monetarias diarias y mensuales, así como el cambio en el tiempo efectivo. Estos datos permiten evaluar el impacto financiero de los ajustes realizados. A través de esta tabla, se obtiene una comprensión más clara de las ganancias monetarias generadas y de cómo estas fluctúan en función de los cambios en el tiempo efectivo y el porcentaje de efectividad, para sacar los cálculos se utiliza como referencia la tabla #22, donde se presentan los datos más importantes.

A continuación, se presenta un ejemplo detallado de cómo se interpreta la tabla #21.

Ejemplo Ruta #7:

Análisis Económico												
# Ruta	Color de ruta	Área (mts cuadrados) N	Tiempo Efectivo (hrs) Viejo	Porcentaje (%) Efectivo Viejo	Costo por hora	Pérdidas (Rutas Diarias)	Pérdidas (Rutas 2 veces por semana)	Tiempo Efectivo (hrs) Nuevo	Porcentaje (%) Efectivo Nuevo	Pérdidas (Nuevas Rutas Diarias)	Benefio - Ganancias 2 veces por semana)	Diferencia (Nuevas Rutas)
7		2657	5,29	66,13%	2273,33	¢6 159,81	NA	6,23	77,88%	¢4 022,88	NA	¢2 136,93

Tabla 23 Diferencia económica entre rutas

Beneficio		
Variables	A	B
	Ruta Vieja	Ruta Nueva
Tiempo Efectivo	5,29 horas	6,23 horas
Porcentaje Efectivo	66,13%	77,88%
Costo por día	18 186,64	18 186,64
Costo por hora	¢2 273,33	¢2 273,33
¢ Pérdida Dinero * Tiempo	¢6 159,81	¢4 022,88
Diferencia por Ruta	¢12 026,83	¢14 163,76

Fuente: Elaboración Propia

La ruta actual tiene 2257 m² con el ajuste pasó a 2657 m², el tiempo promedio efectivo de la ruta actual es de 5,29 horas lo que corresponde a un porcentaje de efectividad del 66,13%, eso pasarlo a la parte monetaria corresponde a 6159, 81 hrs, cuando se realiza el ajuste de la ruta el tiempo efectivo de la ruta aumenta a 6,23 horas lo que corresponde a porcentaje de efectividad del 77,88% , esto pasarlo a la parte monetaria corresponde a una disminución en pérdida de dinero, esto quiere decir que se obtendrá ganancia de 2136,93 al día por ruta diaria que se hace, todas las rutas evaluadas y ajustadas presentan un impacto positivo, lo que permitiría replicar esto en los demás distritos faltantes.

Tabla 24 Análisis Costo- Beneficio proceso de barrio manual

Análisis Costo-Beneficio: Proceso de Barrido Manual			
Costos	Cantidad	Precio	Total
Salario (Profesional) x 12 meses	12	¢800 000,00	¢9 600 000,00
Equipos y Suministros	203	¢10 000,00	¢2 030 000,00
Capacitación	1	¢100 000,00	¢100 000,00
Gastos de Transporte	1	¢1 200 000,00	¢1 200 000,00
Gastos Administrativos	1	¢1 000 000,00	¢1 000 000,00
Seguro	1	¢400 000,00	¢400 000,00
Capacitación Continúa	1	¢500 000,00	¢500 000,00
Gestión y Supervisión	1	¢300 000,00	¢300 000,00
Costos operativos	1	¢800 000,00	¢800 000,00
			¢15 930 000,00
Beneficios			
Rediseño de rutas Distrito Hospital	Ganancias Monetarias (Semanal)	Ganancias Monetarias (Mensual)	Retorno en 7 meses
	¢130 161,77	¢2 402 454,75	¢16 817 183,25
Detalles: Como observamos en aproximadamente 7 meses se recuperan esos gastos, esto solo con el rediseño de las rutas del Distrito Hospital.			

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- ✓ El objetivo general del proyecto era proponer una mejora en el proceso de barrido manual del Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José utilizando el método DMAIC. Se logró incrementar la eficiencia del proceso al disminuir los desperdicios de tiempo, mejorar el desempeño del personal encargado del proceso de limpieza urbana y validar completamente el proceso.

- ✓ La incorporación de nuevas herramientas de tecnología, sistema de control y seguimiento ha sido fundamental para detectar oportunamente desviaciones en el proceso y tomar medidas correctivas. Esto ha permitido mantener los niveles de eficiencia y asegurar que el proceso de barrido manual cumpla con los estándares establecidos.

- ✓ Se espera que las mejoras implementadas en el proceso de barrido manual resulten en una reducción de costos operativos y un aumento en la calidad del servicio brindado por el Departamento de Servicio de Limpieza Urbana de la Municipalidad de San José.

- ✓ La falta de certeza sobre las rutas establecidas para el barrido manual y la ausencia de un estudio técnico respaldando el proceso han sido identificados como factores críticos que afectan la eficiencia y calidad del servicio. Mediante la aplicación de la propuesta

de mejora, se ha logrado establecer una ruta adecuada y un sistema de control para el personal, abordando así estas limitaciones.

6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Basándonos en las conclusiones obtenidas del estudio de tiempos y movimientos en el proceso de barrido manual, es recomendable extender este tipo de análisis a las otras unidades o áreas de la Municipalidad de San José que puedan beneficiarse de una mejora en la eficiencia y la optimización de recursos.
- ✓ Establecer canales de comunicación efectivos entre el personal encargado del barrido manual, los supervisores y la jefatura.
- ✓ Implementar un sistema de monitoreo y seguimiento regular para evaluar la eficacia de las mejoras implementadas. Esto puede incluir mediciones de tiempo, análisis de indicadores clave de rendimiento, encuestas de satisfacción de los usuarios y evaluaciones de calidad.
- ✓ Promover la capacitación y desarrollo del personal: Es importante invertir en la capacitación y desarrollo del personal encargado del proceso de barrido manual.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ. “MANUAL DE INSTRUCCIONES DE TRABAJO DE LA SECCIÓN LIMPIEZA URBANA” (2020). <https://www.msj.go.cr/Paginas/default.aspx>

Jacobs, F. R. (2022). *Administración de operaciones*. McGraw-Hill Interamericana.

<https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=16843>

Gutiérrez Pulido, H., Vara Salazar, R. D. L. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*.

McGraw-Hill <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=280>

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (13ª ed.). McGraw-Hill Education.

Gutiérrez Pulido, H. (2020). *Calidad y productividad*. McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=10411>

Drucker, P. F. (1954). *The practice of management*. Harper & Row.

Atkins, R. W. (2009). *Manual de ingeniería industrial, de sistemas y de calidad*. Editorial Limusa.

Vaughn, R. C. (2011). *Introducción a la ingeniería industrial* (6a ed.). Pearson.

Palacio Acero, L. C. (2011). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos* (2a ed.). Ecoe Ediciones.

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso*. Marge books.

Gutarra Meza, F. (2015). *Introducción a la ingeniería industrial*. Ecoe Ediciones.

Tovar, A. (2007). *CPIMC Un modelo de administración por procesos*. Panorama Editorial.

Delgado Vega, T. (2023). *DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA EN EL ALISTAMIENTO DE KITS, PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA OPERATIVA DEL PROCESO DE ENTREGA DE LA BODEGA HACIA PRODUCCIÓN, UTILIZANDO HERRAMIENTAS INGENIERILES Y LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA EMPRESA EAST WEST MANUFACTURING DURANTE EL SEGUNDO CUATRIMESTRE DEL 2022*. <http://13.87.204.143/xmlui/handle/123456789/7567>

Rojas Bolaños, K. (2021). *Aplicación de lean manufacturing, para la mejora de la productividad en el Centro de Recuperación de Residuos Valorizables; durante el primer semestre del año 2021*. <http://198.27.66.206:8080/xmlui/handle/123456789/6563>

Mora Arce, K. (2019). *Diseño e implementación de un plan para el mapeo de los procesos en el departamento de tecnologías de información de la coordinación general de proyectos del ICE, a través de la metodología DMAIC para aumentar la productividad*.

<http://13.65.82.242:8080/xmlui/handle/cenit/5861>

Hernández Cruz, O. J., & Montero Corrales, C. A. (2020). *Gobierno Local Abierto Una ruta para su implementación en Costa Rica*.

Herrera Acosta, R. J. (2012). *Seis Sigma: métodos estadísticos y sus aplicaciones*. B - EUMED.

<https://elibro-net-uh.knimbus.com/es/lc/bibliouh/titulos/51704>

Lemos, P. L. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad*. FEMETAL.

CAPÍTULO VIII: ANEXO

APÉNDICES

Apéndice 1 Lluvia de ideas



Fuente: Elaboración Propia

Apéndice 2 Toma de tiempos Hatillo

Distrito Hatillo										
	Edad Personal	Nº Ruta	Preparación para inicio de ruta	Desplazamiento a ruta	Inicio de Ruta	Fin de Ruta	Desplazamiento al plantel	Nivel de suciedad	Tipo de superficie	Número bolsas de basura
Repetir →	53	1H	6:10	10 min	6:20	11:00am	10mts	medio	arcados	4
	52	539	6:10	10 min	6:20am	12:30	10mts	Alto	2,3,4	5
Sector 1	34	83T	6:10	15 min	6:25am	11:00am	20mts	Alto	pendient.	5
	38	14A	6:10	10 min	6:10am	11:00am	12mts	Medio	plana	4
	38	2019M	6:20	20 min	6:40am	11:30	20 min	Medio	2,3,4	3
	59	22Ab	6:10	20 min	6:30am	1:00pm	25 min	Alto	2,2	4
	34	24M	6:10	25 min	6:35am	12:00pm	25 min	Alto	2,3,4,5	8
	46	2F	6:10	23 min	6:33am	11:45	23 min	Alto	2,3,4,5	4
Sector 2	61	5ME	6:10	10 min	6:20	1:00	10 min	Alto	2,	6
	49	9R	6:40	30 min	7:10	12:30	30 min	Alto	2,3,4,	7
	28	11JR	6:05	25 min	6:30	12:30	30 min	Alto	2,3,4,5	7
	33	15JA	6:28	19 min	6:50	12:30	20 min	Alto	2,3,4,	5
	58	12	6:10	25 min	6:40	12:30	20 min	medio	2,3,4,	7
	51	8	6:10	20 min	6:30	12:45	20 min	Alto	2,3,4,	8

En el contexto del proceso de barrido manual, los tipos de superficie pueden clasificarse según su grado de complejidad o dificultad para ser barridos, tales como:

1. Superficies lisas: Son aquellas que no presentan irregularidades o obstáculos que dificulten el barrido, como pueden ser pisos de concreto, asfalto o baldosas.
2. Superficies rugosas: Son aquellas que presentan irregularidades o texturas que dificultan el barrido, como pueden ser los adoquines, el empedrado o los caminos de tierra.
3. Superficies con obstáculos: Son aquellas que presentan objetos o elementos que dificultan el barrido, como pueden ser mobiliario urbano, vehículos estacionados, postes o árboles.
4. Superficies con pendientes: Son aquellas que tienen una inclinación pronunciada, lo que dificulta el movimiento del barrido manual y requiere mayor esfuerzo físico por parte del trabajador.
5. Superficies con escaleras: Son aquellas que tienen desniveles en forma de escaleras, lo que dificulta el desplazamiento del barrido manual y requiere mayor esfuerzo físico por parte del trabajador.

Nivel de suciedad

ALTO MEDIO BAJO

Fuente: Elaboración Propia

Apéndice 3 Toma de tiempos Carmen

		Salida J. U. 2021									
		Distrito Carmen									
	Edad Personal	Nº Ruta	Preparación para inicio de ruta	Desplazamiento o a ruta	Inicio de Ruta	Fin de Ruta	Desplazamiento al plantel	Nivel de suciedad	Tipo de superficie	Número bolsas de basura	
Calle 11 Edca Mater Toma 1	40	17	6:00 am	6:15 am	6:25 am	12:45 m.d.	13:05 Hrs	Medio	1 AL 5	11 Bolsas Descartables B=0	
	49	16	6:00 am	6:15 am	6:30 am	13:00 Hrs	13:25 Hrs	Bajo	1 AL 3	F=1	
	54	17	6:00 am	6:25 am	6:55 am	12:28 m.d.	13:06 Hrs	Bajo	1 AL 3	S=1	
	59	9	6:00 am	6:15 am	6:35 am	12:45 m.d.	13:27 Hrs	Bajo	1 AL 4	9=2	
	42	8	6:00 am	6:15 am	6:25 am	12:00 m.d.	12:15 m.d.	Alto	1 AL 5	Maquina, Chapa	
	58	15	6:00 am	6:15 am	6:30 am	12:20 m.d.	12:40 m.d.	Medio	1 AL 3	20=9	
Toma 2	32	27	6:00 am	6:10 am	6:12 am	12:00 m.d.	12:10 m.d.	Alto	1 AL 5	10=3	
	46	16	6:00 am	6:10 am	6:14 am	12:10 m.d.	12:25 m.d.	Medio	1 AL 3	S=2	
	32	8	6:00 am	6:15 am	6:27 am	12:35 m.d.	12:45 m.d.	Alto	1 AL 5	18=4	
	50	9	6:00 am	6:14 am	6:20 am	12:25 m.d.	12:55 m.d.	Medio	1 AL 4	6=3	
	46	17	6:00 am	6:10 am	6:17 am	12:08 m.d.	12:32 m.d.	Bajo	1 AL 3	4=2	
	63	15	6:00 am	6:05 am	6:07 am	12:38 m.d.	12:55 m.d.	Bajo	1 AL 3	4=2	

En el contexto del proceso de barrido manual, los tipos de superficie pueden clasificarse según su grado de complejidad o dificultad para ser barridos, tales como:

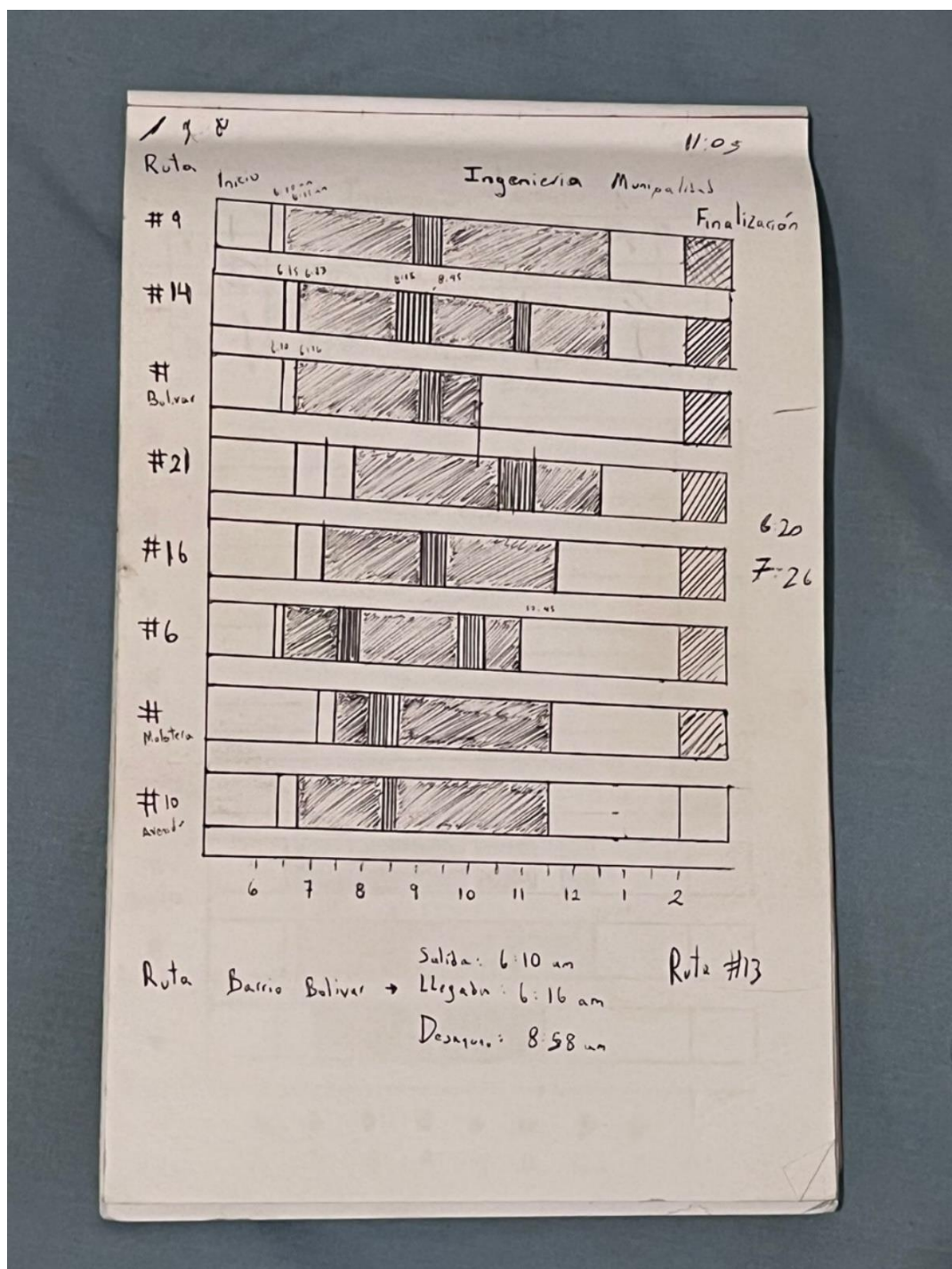
1. Superficies lisas: Son aquellas que no presentan irregularidades o obstáculos que dificulten el barrido, como pueden ser pisos de concreto, asfalto o baldosas.
2. Superficies rugosas: Son aquellas que presentan irregularidades o texturas que dificulten el barrido, como pueden ser los adoquines, el empedrado o los caminos de tierra.
3. Superficies con obstáculos: Son aquellas que presentan objetos o elementos que dificulten el barrido, como pueden ser mobiliario urbano, vehículos estacionados, postes o árboles.
4. Superficies con pendientes: Son aquellas que tienen una inclinación pronunciada, lo que dificulta el movimiento del barrido manual y requiere mayor esfuerzo físico por parte del trabajador.
5. Superficies con escaleras: Son aquellas que tienen desniveles en forma de escaleras, lo que dificulta el desplazamiento del barrido manual y requiere mayor esfuerzo físico por parte del trabajador.

Nivel de suciedad

ALTO MEDIO BAJO

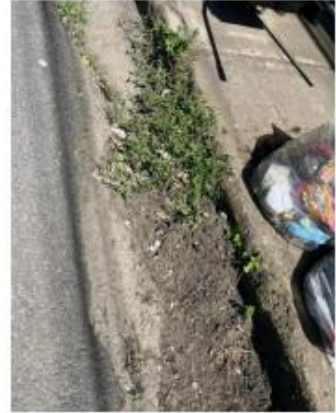
Fuente: Elaboración Propia

Apéndice 4 Análisis de datos en campo



Fuente: Elaboración Propia

Apéndice 5 Cantidad y tipos de residuos



Fuente: Elaboración Propia

Apéndice 6 *Equipo de trabajo Distrito Hospital*



Fuente: Elaboración Propia

ANEXOS

ANEXO 1 MANUAL DE TRABAJADORES

DESCRIPCIÓN TÉCNICA			
Propósito	Programar, organizar, supervisar las distintas rutas en las que se brindan servicios de limpieza de vías.		
Alcance	Definir la estructura de operación y administración de la Sección Limpieza Urbana en razón del servicio establecido por tasa en el Código Municipal.		
Responsable de proceso	Jefe Sección Limpieza Urbana.		
Insumos del proceso			
Producto o servicio	Limpieza Urbana.	CLIENTE	Externo
			Interno
			X
			X
Normativa Aplicable	Constitución Política de Costa Rica Código Municipal ley N° 7794 Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios N° 36093-S.		
Documentos Relacionados	CÓDIGO	NOMBRE	
	MSJ-SLU-IN01-FM01	Control de Rutas Atendidas Diariamente.	
	MSJ-SLU-IN01-FM02	Registro Diario de Personal de Barrido.	
	MSJ-SLU-IN01-FM03	Programación y Guía Limpieza.	
	MSJ-SLU-IN01-FM06	Entradas y Salidas de Equipo.	
	MSJ-SLU-IN01-FM07	Informe Diario de Actividades de Equipo Automotor.	
	MSJ-SLU-IN01-FM08	Supervisión de Rutas de Barrido.	
	MSJ-SLU-IN01-FM09	Supervisión de Aplicación de Herbicida.	
	MSJ-SLU-IN01-FM10	Supervisión de Aplicación de Chapea.	
	MSJ-SLU-IN01-FM11	Revisión de Equipo Automotor.	
Observaciones/ Consideraciones			
INDICADORES			
Medición del proceso	NOMBRE	TIPO	PERIODICIDAD
CONTROL DE VERSIONES			
Control de Versiones	CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA
	MSJ-DSA-P01-SLU-IN01	1.0	9/10/2013

Fuente: Municipalidad de San José

ANEXO 2 Validación de Matrices de Riesgo Operativo período 2023 Áreas de la GPS

ACTIVIDADES	RIESGO	EVENTO	INDICADOR DEL RIESGO	CAUSAS	PROBABILIDAD	CONSECUENCIAS	IMPACTO	Prom Probabil	Prom Impacto	RIESGO	CONTROLES	EFFECTIVIDAD	Prom Control	RIESGO	Acciones de Mitigación	Responsable	Plazo
Limpieza Urbana	OPERATIVO	Que el servicio de limpieza de vías no se realice de acuerdo con la programación diaria	Indicador General: Cantidad de rutas periféricas de limpieza no realizadas semanalmente Indicadores específicos Cantidad de rutas centrales de limpieza no realizadas diariamente Cantidad de rutas periféricas de limpieza no realizadas diariamente	Personal insuficiente para la atención del servicio por efecto de pandemia COVID 19	5	Inundaciones urbanas por acumulación de desechos en alcantarillas	15	7	14	100	"Procedimiento para la continuidad del servicio de barrido manual de vías públicas centro y periferia en el marco de crisis sanitaria COVID 19"	15	15	85	Obtener conexión a red en todas las unidades de trabajo	Lic. Jonathan Arias	nov-23
				Limitaciones físicas de recurso humano para cubrir las necesidades del servicio (operativo).	5						Control de casos COVID diario por condición	15					
				Insuficiencia de personal técnico para soporte a la jefatura de la Sección	5						Supervisión de campo.	15					
				Insuficiencia de stock de materiales, herramienta y equipo para ejecutar el servicio	5						Telefono móvil	15					
				Inexistencia de conexión a red en unidades de trabajo para efecto de evaluación de desempeño y gestiones administrativas	15	Rol diario de trabajo	15										
						Rol de vacaciones	15										
				Uso indebido de los recursos institucionales propios del servicio en actividades personales.	5	Quejas de administrados	10										
				Inadecuada infraestructura de centros de trabajo.	15	Manual de procedimientos	15										
				Actividades extraordinarias que afectan la programación y consumo presupuestario de horas extras.	5	Registro de Consumo de combustible.	15										
				Deterioro de la salud del funcionario producto de las funciones realizadas.	10	Registro de recolección de bolsa de barrido	15										
				Afectación de la planificación del rol diario por autorización de permisos especiales a funcionarios por parte de terceros sin coordinación previa con jefatura (sindicales, licencias de estudio, participación en charlas y talleres varios)	5	Afectación a la salud pública	15										
				Condiciones ambientales adversas.	5	Registro de puntos móviles atendidos.	15										
				Accidentes de tránsito.	5	Registro y atención de quejas.	15										
				Respuesta tardía del Taller Mecánico en la reparación y mantenimiento de vehículos necesarios para el servicio	10	Mala imagen para la institución.	15										
						Control de pedidos, modificaciones y vales de caja chica.	15										
						Control diario de entradas y salidas de equipo	15										
						Registro consumo de bolsas.	15										
						Registro de mantenimiento preventivo de equipo	15										
						Programas para mejorar la salud del funcionario	15										
						Programación de campañas de recolección de residuos no tradicionales	15										
		Transferir a gerencia la gestión del riesgo para implementar las mejora necesarias en la infraestructura de las unidades de trabajo															

Fuente: Municipalidad de San José

ANEXO 3 Validación de Matrices de Riesgo Operativo período 2023 Áreas de la GPS

RIESGO OPERATIVO 1. LIMPIEZA ASEO DE VIAS			
CONCEPTO DEL RIESGO	NIVELES DE RIESGO	APETITO DEL RIESGO	PLAN DE CONTINGENCIA
Riesgo	Materialización del riesgo	El riesgo se materializa cuando semanalmente existen más de 290 rutas no ejecutadas	Utilizar equipo mecanizado Movilizar recurso humano a lo interno de la Sección para atender necesidades. Aumento jornada mediante pago extras
Que el servicio de limpieza de vías en <u>rutas periféricas</u> no se realice de acuerdo con la programación diaria	Riesgo Alto	Se considera medio cuando semanalmente existen de 145 a 290 rutas no ejecutadas	Movilizar recurso humano a lo interno de la Sección para atender necesidades.
	Riesgo Medio	Se considera medio cuando semanalmente existen de 1 a 145 rutas no ejecutadas	Movilizar recurso humano a lo interno de la Sección para atender necesidades.
	Riesgo Bajo		

INDICADOR	Cantidad de rutas periféricas de limpieza no realizados semanalmente
DATO REQUERIDO	Cantidad de rutas periféricas de limpieza no realizadas diariamente

Margenes de riesgo definido por impacto de interrupción en función de la zona del recorrido.
 Periodicidad de rutas periféricas 2 veces por semana
 Promedio Total de rutas periféricas programadas 707

Fuente: Municipalidad de San José

ANEXO 4 Validación de Matrices de Riesgo Operativo período 2023 Áreas de la GPS

(REFERENCIA ACTIVIDAD EN RUTAS CENTRALES)			
CONCEPTO DEL RIESGO	NIVELES DE RIESGO	APETITO DEL RIESGO	PLAN DE CONTINGENCIA
Riesgo	Materialización del riesgo	El riesgo se materializa cuando a las 2 pm existe más de 40 rutas no ejecutadas	Aumentar la cantidad de equipo mecanizado Movilizar recurso humano a lo interno de la Sección para atender necesidades. Aumentar jornada mediante pago extras
	Riesgo Alto	Se considera medio cuando a las 2 pm existen de 25 a 39 rutas no ejecutadas	Utilizar equipo mecanizado Movilizar recurso humano a lo interno de la Sección para atender necesidades. Aumentar jornada mediante pago extras
	Riesgo Medio	Se considera medio cuando a las 2 pm existen de 12 a 24 rutas no ejecutadas	Utilizar equipo mecanizado Movilizar recurso humano a lo interno de la Sección para atender necesidades. Aumentar jornada mediante pago extras
	Riesgo Bajo	Se considera medio cuando a las 2 pm existen de 1 a 11 rutas no ejecutadas	Utilizar equipo mecanizado Movilizar recurso humano a lo interno de la Sección para atender necesidades. Aumentar jornada mediante pago extras

INDICADOR	Cantidad de rutas centrales de limpieza no realizadas diariamente
DATO REQUERIDO	Cantidad de rutas centrales de limpieza no realizadas al finalizar los turnos diurnos y vespertinos

Margenes de riesgo definido por impacto de interrupción en función de la zona del recorrido.
 Total de rutas diurnas 59. Diurnas (6am a 2pm) 10 Catedral 15 Hospital 10 Carmen 14 Merced 10 Boulevares
 Total de rutas centrales programadas diariamente 59

Fuente: Municipalidad de San José