

**Actualización del Sistema de Rutas de Barrido de Calles del Municipio Pamplona-Norte de
Santander para la Empresa Empopamplona S.A. E.S.P**

José Johan González Páez

PhD Fidel Antonio Carvajal Suarez

Universidad de Pamplona

Pamplona, Norte de Santander

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

2022

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

Actualización del Sistema de Rutas de Barrido de Calles del Municipio Pamplona-Norte de Santander para la Empresa Empopamplona S.A. E.S.P	1
RESUMEN DEL PROYECTO.....	8
GENERALIDADES	9
MARCO REFERENCIAL	12
METODOLOGIA	35
RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
.....	¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES	65
Referencias Bibliográficas	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de recolección de información de rutas par barrido de calles de Pamplona.	35
Tabla 2: Tabla de atributos.....	39
Tabla 3: Puntos tomas en GPS.	42

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de los campos que se insertan en la tabla de atributos.	36
Figura 2. Adición de campo en la digitalización de las macro-rutas.	37
Figura 3: Creación de Shape de Nodos y edición de esta capa.	38
Figura 4: Creación de Shape de Vías y edición de esta capa.	39
Figura 5: Creación de un Dataset de Red.....	40
Figura 6: Resultado del Dataset.	41
Figura 7: Ruta de barrido de calles Carrera 2 y 3.	43
Figura 8: Ruta de barrido carrera 4.	44
Figura 9: Ruta de barrido calle 5.....	45
Figura 10: Ruta barrido Calle 6.....	46
Figura 11: Ruta barrido carrera 7.	47
Figura 12: Ruta de barrido Parque Principal.....	48
Figura 13: Ruta de barrido carrera 8 y 9.	49
Figura 14: Ruta barrido Av. Santander.	50
Figura 15: Ruta barrido Los Tanques.....	51
Figura 16: Ruta barrido San Pedro y la Romero.	52
Figura 17: Ruta barrido Los Sauces.	53
Figura 18: Ruta Barrido barrio Trinidad.	54
Figura 19: Ruta barrido barrio El Progreso.....	55
Figura 20: Ruta barrido Avenida 0.....	56
Figura 21: Ruta barrido Vía Nacional.	57
Figura 22: Ruta barrido barrio Santa Marta.	58
Figura 23: Ruta barrido barrio Juan XXIII.	59

Figura 24: Ruta barrido barrio Simón Bolívar.	60
Figura 25: Ruta barrido barrio Cristo Rey.	61
Figura 26: Ruta barrido barrio Santa Cruz.	62
Figura 27: Ruta barrido barrio El Olivo.	63
Figura 28: Mapa Macrorrutas de barrido.	64
Figura 29: Mapa microrrutas barrido.	65

RESUMEN DEL PROYECTO

El propósito de esta práctica consistió en actualizar las rutas de barrido de calles utilizando la herramienta de análisis de red SIG en el municipio de Pamplona, Norte de Santander para EMPOPAMPLONA S.A.E.S.P. El trabajo inicio con el diagnóstico del sistema de rutas de barrido de residuos que actualmente son utilizadas por la empresa en el municipio de Pamplona, este diagnóstico se hizo a través del monitoreo de cada recorrido midiendo tiempos, distancias, velocidades de recorridos y observando puntos críticos, generando las variables a tener en cuenta a la hora de realizar el modelamiento de las micro rutas. En segundo lugar, se aplicó la herramienta SIG para cartografiar las redes de barrido de calles, el resultado del estudio de las rutas se ejecutó en 21 micro rutas. Finalmente, en tercer lugar, se generaron los mapas actualizados de las rutas de recolección mediante la herramienta ArcGIS con la respectiva descripción de los lugares, calles y carreras.

GENERALIDADES

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Pamplona es una comuna de la provincia de Norte de Santander, ubicada al noreste del país, con una superficie de 318 km² y una población urbana de 57.803; ahora vivimos en un mundo con un estilo de vida de consumo excesivo, además, el crecimiento de la población aumenta la demanda de bienes y servicios, lo que genera desechos sólidos. La importancia de actualizar las rutas de macro y micro es tener un diagnóstico del estado de estas, con el fin de tomar medidas para controlar, reducir y prevenir los impactos ambientales causados sobre los recursos naturales. La naturaleza es renovable y no renovable. Pamplona cuenta con una EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS EMPOPAMPLONA S.A.E.S.P, que se encarga de la recogida y transporte de los residuos sólidos. La empresa cuenta con personal para asumir estas tareas para garantizar que los servicios se entreguen de manera rápida, eficiente y para minimizar la contaminación de los recursos naturales. Sabiendo que alrededor del 80% del presupuesto de una empresa de limpieza se destina al trabajo de recolección, entendemos la importancia de organizar este trabajo de manera eficiente. Cualquier mejora que se pueda lograr, por pequeña que sea, es de gran importancia en la economía, esto se debe a la naturaleza iterativa de la operación. Dado que las macro y micro rutas de barrido de residuos están desactualizadas, la prestación del servicio tiene problemas como: Retrasos en las rutas de recolección, obligando a las comunidades a disponer sus residuos sólidos en puntos de recolección no autorizados o técnicos, además, presentan problemas importantes. Los puntos de contaminación han sido revisados por el consejo de gestión ambiental de EMPOPAMPLONA S.A.E.S.P.

Por lo anterior, se evidencio la necesidad de determinar ¿Cuál es el estado actual del sistema de

barrido de calles, su eficiencia y eficacia?, y de ¿qué manera se puede apoyar las actividades de la oficina de prestación de servicio de la empresa EMPOPAMPLONA S.A.E.S.P?

JUSTIFICACION

Según la OCDE “la gestión de residuos urbanos es una tarea compleja que tiene implicaciones sociales, económicas, tecnológicas y ambientales para la sociedad y para las administraciones locales. La fase de recolección domiciliaria llega a representar entre el 70 y el 85 % de los costos totales de la gestión de los residuos, por lo que es un aspecto crítico dentro de la prestación del servicio.

Desde el punto de vista ambiental este trabajo tiene que ver con la importancia de un adecuado sistema de recolección, ya que un incremento en su eficiencia supone grandes efectos sobre el éxito en el manejo integral en su conjunto” (OCDE, 2014).

En cuanto al factor económico, “la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) constituye un servicio público que necesita recursos económicos para cubrir los salarios del personal involucrado, buscando el mínimo costo” (SEDESOL, 2001a).

Un diseño deficiente de las rutas de recolección de desechos puede generar muchos impactos en el sistema de recolección, como una operación y un rendimiento del servicio deficientes, redundancia de personal, rango de servicio reducido, costos operativos adicionales y proliferación de vertederos de basura. Este proyecto de grado tiene como objetivo desarrollar un modelo que contribuya a la optimización del sistema de barrido de calles de la ciudad de Pamplona, Norte de Santander, la propuesta de este estudio contribuye a la reducción de las distancias totales de recolección y costos operativos del sistema.

OBJETIVO GENERAL

Actualizar el sistema de barrido de calles del municipio Pamplona-Norte de Santander para la empresa Empopamplona S.A E.S.P.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Realizar el diagnóstico del sistema de rutas de barrido actualmente utilizadas en el municipio de Pamplona.

Aplicar la herramienta ArcGIS para modelar las redes de recolección y optimizar el sistema de barrido de calles.

Generar los mapas actualizados de las rutas de barrido mediante la herramienta ArcGIS.

MARCO REFERENCIAL

MARCO TEORICO

Gestión de residuos solidos

“Los residuos sólidos orgánicos urbanos constituyen cerca del 70% del volumen total de desechos generados, por tal motivo es primordial buscar una salida integral que contribuya al manejo adecuado, potenciando los productos finales de estos procesos y minimizando un gran número de impactos ambientales que conlleven a la sostenibilidad de los recursos naturales” (Zapata Liliana, 2008).

“La problemática de los residuos sólidos municipales son planteados por la generación, separación en la fuente, transporte, almacenamiento, tratamiento, eliminación e inadecuada disposición final principalmente debido a la falta de responsabilidad por parte de las instituciones generadoras de residuos, de las autoridades municipales y sus operadores de aseo en los procesos de disposición final y de los ciudadanos que no separan los residuos en la fuente, perdiéndose la oportunidad de darles un valor agregado como reutilización, reciclaje, compostaje, entre otros” (Puerta, 2004).

Actualmente, Colombia tiene un amplio proceso de desarrollo en su Política Nacional de Gestión de Residuos Sólidos publicada en 1998, actualizada en el CONPES apoyada en la Constitución Nacional, Ley 99 de 1993 y Ley 142 de 1994, la cual establece tres objetivos que definen prioridades en materia de residuos: Reducir la cantidad de residuos generados, promover el uso racional de los residuos sólidos y mejorar el sistema de tratamiento y disposición final de residuos.

Frecuencia de recolección.

“Para residuos que contengan material putrescible, la frecuencia del servicio de recolección debe

ser, al menos, dos veces por semana. Dependiendo de las características del clima o de la zona, esta frecuencia debe incrementarse para eliminar los problemas de olores y de infestación de insectos y roedores asociados con la acumulación y putrefacción de tales residuos” (RAS, 2000)

“Para el establecimiento de las frecuencias y los horarios deben tenerse en cuenta en especial los siguientes usos: vías del centro de los municipios y de alto tráfico vehicular y peatonal, Hospitales, clínicas y entidades similares de atención a la salud, Recolección a industrias, Zonas de difícil acceso, Cualquier otro gran generador, y Todo cambio en las rutas, frecuencias y horarios deberá ser notificado con anterioridad a los usuarios atendidos. Si el día propuesto de recolección es festivo y la empresa de recolección no labora en ese día, ésta deberá diseñar un plan de contingencia de modo que la recolección se normalice en los siguientes dos días” (RAS, 2000).

Horarios de recolección.

“La entidad o entidades prestadoras del servicio domiciliario de aseo deben determinar el horario de la recolección de los residuos sólidos teniendo en cuenta las características de cada zona, la jornada de trabajo, el clima, la capacidad de los equipos, las dificultades generadas por el tráfico vehicular o peatonal y cualquier otro elemento que pueda tener influencia en la prestación del servicio” (RAS, 2000).

Ruteo.

“Las entidades prestadoras del servicio deben establecer las macrorrutas y microrrutas que deben seguir cada uno de los vehículos recolectores en la prestación del servicio, de acuerdo con las normas de tránsito y las características físicas del municipio. Estas rutas deben cumplir con la

eficiencia en la asignación de recursos físicos y humanos para lograr la productividad de un servicio competitivo” (RAS, 2000).

Macro rutas.

Según el RAS “para el diseño de las macrorrutas, se recomienda seguir las siguientes metodologías” (RAS, 2000):

“Definir plan métricamente la zona a servir, teniendo en cuenta los planes de desarrollo de cada municipio. Deben definirse también las redes de servicio público existentes Incluir en el plano las toneladas diarias de residuos sólidos para cada vivienda ó contenedor, de acuerdo con el sistema de recolección previamente escogido.

Subdividir el área en zonas que tengan el mismo uso, por ejemplo: residencial, comercial, industrial, etc.

Asignar a cada subárea una o más micro rutas. Esta asignación debe en lo posible limitar el paso por cada calle a una vez y en general deben considerarse las recomendaciones para el diseño de microrrutas” (RAS, 2000)

Micro rutas.

Según el RAS “para el diseño de microrrutas deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones” (RAS, 2000):

“El diseño de la microrruta debe comenzar en el punto más cercano al garaje del vehículo y terminar en el punto más cercano al sitio de disposición final de éstos

Los residuos localizados en zonas de congestión vial se deben recogerse a una hora del día tal que no haya congestiones de tráfico que retrasen el recorrido. El diseño de la microrruta debe minimizar los giros en “U” y los giros a la izquierda.” (RAS, 2000).

“La microrruta debe promover que el recorrido de las calles sea en el sentido de las manecillas del reloj.” (RAS, 2000).

“La microrruta debe ser continua, es decir que contenga una serie de calles sin zonas muertas o traslapadas con calles correspondientes a otras rutas.” (RAS, 2000).

“Las microrrutas correspondientes a una misma zona de servicio deben en lo posible recolectar un mismo número de cargas diarias lo que le da flexibilidad al servicio.” (RAS, 2000).

“Las vías cerradas deben ser recolectadas así: desplazamiento en reversa y recolección en marcha adelante.” (RAS, 2000).

“En lo posible las microrrutas deben diseñarse para que empiecen y terminen cerca de calles de tráfico alto. Utilizando las barreras topográficas y físicas como bordes de la macrorruta.” (RAS, 2000).

“En zonas de cerros, la recolección debe empezar en la parte más alta y continuar cuesta abajo mientras se cargan los vehículos.” (RAS, 2000)

“En calles empinadas, la recolección empezará en la parte más alta y, si se deben recoger ambas aceras, el conductor viajará cuesta abajo mientras el personal recolector carga el camión.

En caso de recolección en ambas aceras deben preferirse rutas derechas, con pocos giros.

El conductor o jefe de cuadrilla debe contar con una carta de recorrido o microrruta preestablecida al momento de iniciar los servicios; ésta debe ser susceptible de adaptar a medida que la cuadrilla descubra mejores formas de realizar el servicio (reducción de tiempo y consumo de combustible)” (RAS, 2000).

Artículo 30. Recolección separada. “La recolección de los residuos o desechos sólidos ordinarios debe hacerse en forma separada de los residuos correspondientes al servicio especial.” (RAS, 2000)

Artículo 32. Sistemas de recolección. La recolección deberá realizarse a partir de la acera, de las unidades de almacenamiento colectivo o de cajas de almacenamiento, salvo para los casos especiales en los cuales se requerirá de una previa evaluación técnica por parte de la persona prestadora del servicio.” (RAS, 2000).

Artículo 33. Establecimiento de macro rutas y micro rutas. “Las personas prestadoras del servicio deberán establecer las macrorrutas y microrrutas que deben seguir cada uno de los vehículos recolectores en la prestación del servicio, de acuerdo con las necesidades del servicio y cumpliendo con las normas de tránsito. Estas rutas deberán cumplir con la eficiencia en la asignación de recursos físicos y humanos para lograr la productividad propia de un servicio competitivo.” (RAS, 2000).

Artículo 34. Horarios de recolección. “La persona prestadora del servicio de aseo determinará el horario de la recolección de los residuos teniendo en cuenta la cantidad de residuos generados, las características de cada zona, la jornada de trabajo, el clima, la capacidad de los equipos, las dificultades generadas por el tráfico vehicular o peatonal y cualquier otro elemento que pueda tener influencia en la prestación del servicio. Parágrafo. Cuando la recolección se efectúe entre las 21:00 horas y las 06:00 horas del día siguiente en zonas residenciales, hoteles, hospitales, clínicas y demás centros asistenciales deberán tomarse medidas especiales para mitigar el ruido en la recolección y la compactación.” (RAS, 2000).

Artículo 35. Frecuencias de recolección. “La frecuencia de recolección dependerá de la naturaleza de los residuos y de los programas de aprovechamiento de la zona. Para residuos que contengan material putrescible, la frecuencia mínima del servicio de recolección dependerá de las características del clima o de la zona y deberá incrementarse para prevenir la generación de olores y la proliferación de vectores asociados con la acumulación y descomposición de tales

residuos.” (RAS, 2000).

Artículo 36. Divulgación de rutas y horarios. “La recolección se efectuará según horarios y frecuencias en las macro rutas y micro rutas establecidas previamente, los cuales deberán darse a conocer a los usuarios utilizando medios masivos de difusión de amplia circulación local, o en las facturas de cobro de servicios de aseo.” (RAS, 2000).

Artículo 37. Cumplimiento de las rutas. “Las rutas y horarios deberán ser cumplidas por las personas prestadoras del servicio público de aseo de conformidad con los contratos de condiciones uniformes. Todo cambio en las rutas, horarios o frecuencias deberá ser notificado con tres (3) días de anterioridad a los usuarios afectados, salvo caso fortuito o de fuerza mayor.” (RAS, 2000).

Artículo 38. Normas sobre recolección a partir de cajas de almacenamiento. “La recolección mediante cajas de almacenamiento se sujetará entre otras, a las siguientes condiciones:

Se empleará para aquellos usuarios que individual o colectivamente generen residuos en cantidad suficiente que justifique su utilización a juicio de la persona prestadora del servicio de aseo.

Se utilizarán también cajas de almacenamiento en aquellas áreas en las cuales no existan unidades de almacenamiento o infraestructura vial, o la existente resulte insuficiente para permitir el ingreso de los vehículos de recolección. En tales casos, la persona prestadora del servicio coordinará con los usuarios o la comunidad el traslado de los residuos hasta las cajas.

Los vehículos destinados a este tipo de recolección deberán ser compatibles con las cajas de almacenamiento, contar con un sistema adecuado para levantarlos y descargar su contenido en el vehículo recolector.

En áreas públicas la persona prestadora del servicio público de aseo deberá determinar la conveniencia de ubicar las cajas de almacenamiento en un sitio y hora preestablecido para el día

de la recolección, con el fin de evitar que se fomente la indisciplina social y se conviertan dichos sitios en depósitos permanentes.

Las cajas de almacenamiento localizadas en áreas públicas deberán mantenerse en un adecuado estado de presentación, limpieza e higiene, de tal manera que se minimicen los impactos negativos en el entorno.” (RAS, 2000).

Artículo 39. “Recolección de residuos acumulados por el barrido manual de calles. La recolección y el transporte de los residuos sólidos provenientes del barrido manual de calles debe efectuarse por la persona prestadora del servicio de aseo. Los residuos de barrido no podrán permanecer en las calles por más de doce (12) horas.” (RAS, 2000).

Artículo 40. “Recolección de residuos de poda de árboles y desechos de jardines. La recolección y transporte de los residuos sólidos originados por el arreglo de jardines, parques, poda de árboles o arbustos, árboles caídos por cualquier motivo y corte del césped en áreas públicas, deberá realizarse mediante operativos especiales por la persona prestadora del servicio de aseo, dentro del plazo establecido para estos casos. En lo posible estos residuos deben destinarse a procesos de aprovechamiento. Este servicio deberá ser considerado como un servicio especial.” (RAS, 2000).

Artículo 41. Recolección industrial y comercial. “Los residuos sólidos ordinarios producidos por las actividades industriales y comerciales, están incluidos en el servicio de aseo ordinario, con la clasificación tarifaria correspondiente.” (RAS, 2000).

Artículo 42. Recolección en plazas de mercado, mataderos y cementerios. “Para la recolección de los residuos generados en las plazas de mercado, mataderos y cementerios del Municipio o Distrito, se utilizarán cajas de almacenamiento ubicadas estratégicamente. La recolección de los residuos sólidos en estos lugares se debe efectuar en horas que no comprometan el adecuado

flujo vehicular y peatonal de la zona ni el funcionamiento de las actividades normales de estos establecimientos.” (RAS, 2000).

Artículo 43. Recolección de animales muertos. “El servicio de retiro de animales muertos será prestado por la persona prestadora del servicio ordinario de aseo y se efectuará en el transcurso de las seis (6) horas siguientes a la recepción de la solicitud de retiro, la cual puede ser presentada por cualquier ciudadano. El retiro y disposición (entierro o incineración) de estos animales muertos se hará de acuerdo con los medios necesarios y en cumplimiento de las normas vigentes.” (RAS, 2000).

Artículo 44. “Recolección de escombros. Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El Municipio o Distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. La persona prestadora del servicio público de aseo podrá prestar este servicio, de acuerdo con los términos de la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente o la que la sustituya o modifique. En cualquier caso, la recolección, transporte y disposición final de escombros deberá efectuarse en forma separada del resto de residuos sólidos.” (RAS, 2000).

Artículo 45. Recolección de tierra. “La recolección de tierra será considerada como un servicio especial de acuerdo con los términos del presente decreto. La tierra deberá separarse de los residuos que contenga, con el fin de permitir su uso en zonas verdes, jardines y similares o como material de cobertura en el sitio de disposición final. Parágrafo. El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos municipal o distrital debe considerar el uso y aprovechamiento de este recurso.” (RAS, 2000).

Artículo 46. Almacenamiento y recolección de residuos generados en eventos especiales y espectáculos. “En la realización de eventos especiales y de espectáculos masivos se deberá disponer de un sistema de almacenamiento y recolección de los residuos sólidos que allí se generen, para lo cual el organizador del evento deberá coordinar las acciones con la persona prestadora del servicio público de aseo. El servicio que preste la Persona prestadora al organizador del evento será considerado como especial. Será requisito para la realización del evento, que la persona prestadora del servicio garantice el almacenamiento, recolección y disposición final adecuada de los residuos sólidos que se generarán, previa cancelación del respectivo servicio por parte del ente organizador. En lo posible se propenderá por separar los residuos sólidos aprovechables de los no aprovechables.” (RAS, 2000).

Artículo 47. Almacenamiento y recolección de residuos generados en puntos de ventas en áreas públicas. “Los vendedores estacionarios localizados en áreas públicas, debidamente autorizados, deberán mantener limpios los alrededores de sus puestos, tener recipientes accesibles al público para el almacenamiento de los residuos generados en su actividad y presentarlos para su recolección. El control y vigilancia de estas obligaciones estará a cargo de las autoridades de policía, los vendedores estacionarios serán considerados usuarios no residuales.” (RAS, 2000).

Artículo 48. “Responsabilidad por los residuos sólidos generados en el cargue y descargue de mercancías y materiales. Los responsables de cargue, descargue y transporte de cualquier tipo de mercancías o materiales, deberán recoger los residuos sólidos originados por esas actividades y entregarlos a la persona prestadora del servicio público de aseo. El control y vigilancia de esta obligación estará a cargo de las autoridades de policía.” (RAS, 2000).

De acuerdo al decreto 1713 de 2002, capítulo V Barrido y limpieza de áreas públicas se debe tener en cuenta:

Artículo 52. Responsabilidad en barrido y limpieza de vías y áreas públicas. “Las labores de barrido y limpieza de vías y áreas públicas son responsabilidad de las personas prestadoras del servicio de aseo y deberán realizarse con una frecuencia tal que las vías y áreas públicas estén siempre limpias y aseadas.

Parágrafo 1°. En calles no pavimentadas y en áreas donde no sea posible realizar el barrido por sus características físicas, se desarrollarán labores de limpieza manual, en los términos definidos en el presente Decreto.

Parágrafo 2°. La entidad prestadora de servicio público de aseo deberá ejecutar tareas excepcionales con todos los medios a su alcance para superar situaciones extraordinarias que deriven de hechos de casos fortuitos o fuerza mayor, tales como terremotos, inundaciones, grandes accidentes, siniestros y catástrofes de cualquier tipo. En el caso de producirse accidentes o hechos imprevistos que generen suciedad en la vía pública, la entidad prestadora del servicio público de aseo deberá estar en el lugar correspondiente a más tardar dos (2) horas después de haber sido notificado del hecho pertinente por parte de los usuarios o de la entidad competente.” (RAS, 2000).

Artículo 53. Establecimiento de macrorrutas y microrrutas para el servicio de barrido. “Las personas prestadoras del servicio están obligadas a establecer las macrorrutas y microrrutas que deben seguir cada una de las cuadrillas de barrido en la prestación del servicio, acorde con las normas de tránsito y las características físicas del Municipio y Distrito, así como con la frecuencia establecida. Esas rutas deberán ser conocidas por los usuarios y cumplidas cabalmente por las personas prestadoras del servicio.” (RAS, 2000).

Artículo 54. Establecimiento de la frecuencia de barrido. “La persona prestadora del servicio deberá establecer la frecuencia de barrido de conformidad con el desarrollo y las características

de cada zona. Esta frecuencia estará especificada en el contrato de condiciones uniformes.

Artículo 55. Establecimiento del horario de barrido. El barrido, lavado y limpieza de los parques y demás áreas públicas deberán realizarse en horarios que no afecten el flujo adecuado de vehículos y peatones.” (RAS, 2000).

Artículo 56. Actividad de barrido manual de calles. “Los residuos resultantes de la labor de barrido manual de calles deberán ser colocados en bolsas plásticas ubicadas en los carros, las cuales al colmarse su capacidad serán cerradas atando su parte superior y ubicadas en el sitio preestablecido para su posterior recolección. Se incluye en esta actividad la recolección de bolsas de los residuos sólidos de las cestas públicas, colocadas en las áreas públicas de tráfico peatonal.” (RAS, 2000).

Artículo 57. Instalación de cestas de almacenamiento de residuos sólidos en las calles. “Las personas prestadoras del servicio de aseo deberán colocar canastillas o cestas para almacenamiento exclusivo de residuos sólidos producidos por los transeúntes, en número y capacidad que estén de acuerdo con la intensidad del tránsito peatonal y vehicular, previa aprobación del Municipio o Distrito. La recolección de los residuos sólidos depositados en las cestas y el mantenimiento de las mismas es responsabilidad de las personas prestadoras del servicio público domiciliario de aseo.” (RAS, 2000).

Artículo 58. Equipo para la actividad de barrido manual. “El personal operativo para la actividad de barrido deberá contar con el equipo necesario para la limpieza, el barrido, la recolección y el transporte manual de los residuos sólidos, incluidos los elementos de seguridad industrial y salud ocupacional necesarios.” (RAS, 2000).

Artículo 59. Actividad de barrido mecánico. “Se podrá utilizar barrido mecánico en aquellas calles pavimentadas que, por longitud, estado de las vías, amplitud, volumen de los residuos,

tráfico y riesgo de operación manual ameriten el uso de este tipo de maquinaria. La descarga de los equipos de barrido mecánico se efectuará en los sitios previamente establecidos en el correspondiente programa de la prestación del servicio de aseo. El drenaje de los mismos obligatoriamente deberá efectuarse en sumideros y deberá hacerse antes del pesaje de los vehículos. La persona prestadora del servicio público de aseo deberá retirar de la senda del barrido mecánico todos aquellos residuos que por sus características físicas dificulten su aspiración por el vehículo, debiendo recolectarlos inmediatamente después del paso del equipo de barrido.” (RAS, 2000).

Artículo 60. Responsabilidad de los anunciadores en materia de limpieza. “La limpieza y remoción de los avisos publicitarios o propaganda colocada en áreas públicas serán obligación del anunciador, quien podrá contratar con la persona prestadora del servicio la remoción y el manejo de los residuos sólidos generados, como un servicio especial.

Debe minimizarse los tiempos muertos y recorridos improductivos

Tránsito real y futuro

Censo de grandes generadores de basura

Usos del suelo

Alturas permisibles en puentes Cuando el sistema de transporte se encuentre en operación, la ruta diseñada debe ser rectificada en conjunto con el conductor del vehículo de recolección”. (RAS, 2000).

Barrido de calles.

“El barrido de calles debe realizarse de acuerdo a lo establecido en el Decreto 605 de 1996 del Ministerio de Desarrollo Económico o aquel que lo modifique o sustituya” (RAS, 2000).

Además, según el decreto 1713 de 2002 “se entiende por recolección en el capítulo III del presente decreto” (Decreto 1713 de 2002).

MARCO CONCEPTUAL

“Un sistema integral de gestión de residuos es el Conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a las basuras y residuos sólidos, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final” (Ministerio de Ambiente, 2004).

“Un sistema de rutas bien diseñado, trae como consecuencia que el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos municipales sea eficiente” (Edgar Pérez Arriaga, 2007).

“Los residuos sólidos, puede ser cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que se abandona, bota o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables” (RAS, 2000).

El “servicio de recolección, es la modalidad de prestación de servicio público domiciliario de aseo para residuos sólidos de origen residencial y para otros residuos que pueden ser manejados de acuerdo con la capacidad de la persona prestadora del servicio de aseo y que no corresponden a ninguno de los tipos de servicios definidos como especiales. Está compuesto el servicio; recolección, transporte, transferencia, tratamiento, actividades de barrido, limpieza de vías, limpieza áreas públicas y disposición final de los residuos sólidos originados por estas actividades” (Servicio de recoleccion EAAAZ, s.f)

Los “residuos sólidos pueden ser, residuos peligrosos o no peligrosos, estos residuos peligrosos son aquellos que por sus características infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivas, volátiles, corrosivas, reactivas o tóxicas pueden causar daño a la salud humana o al medio ambiente” (RAS, 2000). Así mismo, “se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos y por último los residuos no peligrosos es aquel que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas” (RESPEL, 2018)

“Una de las bases fundamentales en la gestión de residuos sólidos es la segregación en la fuente da la adecuada gestión de residuos y consiste en la clasificación y disposición de los residuos en las canecas y contenedores adecuados, de acuerdo con el código de color adoptado por la legislación vigente” (Casas, 2010).

“Uno de los factores importantes a tratar en el tema de rutas es poder diferenciar cuales son las macrorrutas y microrrutas a tratar basado en la zona de estudio. La primera hace referencia a la división geográfica de la zona para la distribución de los recursos y equipos de recolección y la segunda es la descripción detallada a nivel de las calles y manzanas del trayecto de un vehículo o cuadrilla, para la prestación del servicio de recolección o del barrido manual o mecánico” (RAS, 2000).

“Es de vital importancia, la herramienta SIG, ya que abarca las áreas del conocimiento, lo han ido implementando y transformando según sus necesidades y sus objetivos, la información

espacial ha tomado una gran importancia lo cual ha hecho que se convierta en un factor indispensable para la toma de decisiones. Una de las herramientas SIG más conocida y utilizada en el modelamiento de información geográfica es ARCGIS, que además de ser una de las herramientas más completas, posee extensiones para el análisis de rutas, que es lo que específicamente se hace énfasis en este proyecto” (GIRALDO & LÓPEZ, 2015).

MARCO CONTEXTUAL

Localización

Pamplona es una comuna de Colombia, en la provincia de Norte de Santander. Es la capital de la provincia de Pamplona y su economía se basa en la alimentación, la agricultura, el turismo (especialmente el turismo religioso) y la educación. Se le llama "Ciudad Mitrada", porque allí se fundó la Arquidiócesis de Nueva Pamplona, la primera diócesis católica en la región nororiental del país. La Universidad de Pamplona, una de las principales universidades públicas de la región, tiene su sede en la ciudad. Su población es de 59.220 (en 2020). Se encuentra ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes colombianos, a una altitud de 2.200 metros sobre el nivel del mar. Su extensión territorial es de 1.176 km² y la temperatura media es de 14° C. Limita al norte con Pamplonita, al sur con Cácuta y Chitagá, al este con Labateca y al oeste con Cucutilla. Está comunicado por carretera nacional con las ciudades de Cúcuta, Bucaramanga, Bogotá y Arauca. Pamplona fue un eje estratégico, de ruta y central del oriente colombiano, ya que aquí en la época colonial han partido expediciones, en las cuales se fundaron las ciudades capitales de los departamentos colombianos es de Arauca, Norte de Santander y Santander, y los estados venezolanos de Táchira y Mérida, así reconocidas como las ciudades fundadoras de las ciudades.



Fuente: [https://www.ecured.cu/Pamplona_\(Colombia\)](https://www.ecured.cu/Pamplona_(Colombia))

“La Empresa de Servicios Públicos de Pamplona EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., fue creada mediante Escritura Pública N° 4-34 de 20 de diciembre de 1963. Se creó bajo el nombre de Acueductos y alcantarillados de Pamplona, siendo la respuesta a una necesidad de la ciudad de tener un buen servicio de acueducto, manifestada en el paro cívico del año 1962 donde la comunidad exigió la desmembración de este servicio de ACUANORTE S.A.” (Empopamplona, 2010).

El objeto de la sociedad es: “El estudio, proyecto, construcción y explotación del Acueducto y Alcantarillado de la Ciudad de Pamplona”. “En desarrollo de este objeto social la entidad contó con el concurso técnico y administrativo del Instituto Nacional del Fomento Municipal, por lo que las decisiones que se tomaran en esta materia para su validez deberían contar con la aprobación de este Instituto.” (Empopamplona, 2010).

“En el año 1977 y debido a las normas establecidas en el decreto 2804 de 1975 que organizaba el INSFOPAL, por medio de la Escritura Pública N° 387 del mismo año, se transformó la sociedad en Empresa Industrial y Comercial del Estado del ámbito Municipal y cambia su razón social por la de Empresa de Obras Sanitarias de Pamplona S.A.” (Empopamplona, 2010).

“El 11 de julio de 1994, se expidió la ley 142 referente a los Servicios Públicos Domiciliarios y en ella se consagró darles a las Empresas organización de compañías privadas. Así, mismo se estableció la elección de la Junta Directiva por parte de la Asamblea General de Accionistas y el nombramiento del Gerente en cabeza de la Junta Directiva. A través de la Escritura Pública N° 565 del 25 de agosto de 1995, se hizo el ajuste organizacional de la Empresa a las normas de la ley precitada.” (Empopamplona, 2010).

“EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., es una Empresa de Servicios Públicos, de Economía Mixta,

dedicada a la producción y comercialización de Agua Potable, que presta además los servicios de Alcantarillado y Aseo, de acuerdo a lo dispuesto en la ley 142 y en los demás Decretos y Normas Reglamentarias.” (Empopamplona, 2010).

“Está enmarcada por las políticas emitidas por el Ministerio de Desarrollo vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos y regulada por la Comisión de Agua Potable y saneamiento Básico (CRA), buscando la eficiencia en la prestación de los servicios.” (Empopamplona, 2010).

“Nuestra Empresa EMPOPAMPLONA S.A. E.S.P., tiene por objeto la prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado y Aseo en la Ciudad. En la vida institucional de casi 40 años de servicio a los Pamploneses, la empresa trabaja día a día para elevar el nivel de vida de los habitantes de la ciudad, garantizándoles la prestación de los servicios Públicos básicos con los más altos niveles que los medios nos proveen para dar de nuestros servicios calidad, eficiencia, eficacia y efectividad.” (Empopamplona, 2010).

MARCO LEGAL

El presente proyecto se enmarca en la siguiente normatividad colombiana, en primer lugar, Decreto 2811 de 1974 “en el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente” (SciELO, 2015). En segundo lugar, la Ley 09 de 1979 “ley que expide el código sanitario nacional y de protección medio ambiente. Dicta medidas sanitarias para la protección del medio ambiente, alude a la responsabilidad que tienen los generadores de residuos durante la recolección, transporte y disposición final, así mismo, ante los perjuicios ocasionados sobre la salud pública y el ambiente” (Scribd, 2018). En tercer lugar, la Constitución Política 1991 “Contiene 49 artículos alusivos al medio ambiente, dentro de los cuales se cita el

deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, así como el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano.” (Unilibre, 2020).

Posteriormente, en cuarto lugar, Ley 99 de 1993 “Por la cual se crea el Ministerio de Ambiente y Sistema Nacional Ambiental SINA” (Unilibre, 2020). En quinto lugar, Según el decreto 1713 de 2002 se entiende por; rutas de recolección, horarios, barridos de calles, transporte, en este decreto se da la información necesaria para que las empresas de servicio público cumplan con los requisitos exigidos. En sexto lugar, el decreto 1753 de 1994 “Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos Vill y Xll de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.” (Corpocaldas, 2022).

En séptimo lugar, Ley 632 de 2000 “Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996, reglamenta los subsidios y contribuciones para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.” (Secretaria, 2020). En octavo lugar, la Ley 689 de 2001 “Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994, donde se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.” (Minvivienda, 2015). “Decreto 2981 de 2013 por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.” (Superservicios, 2015).

COMPES 3874 de 2016 Política Nacional para la Gestión integral de Residuos Sólidos.

Resolución 472 de 2017 “Por la cual se reglamenta la Gestión Integral de los Residuos Generados en las actividades de Construcción y Demolición – RCD” (UPB,2020).

Decreto 1425 de 2019 Relación a los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento. Decreto 2104 de 1983 Reglamenta parcialmente Decreto – Ley 2811 de 1974 y la Ley 9 de 1979 en cuanto a residuos sólidos. “Define la terminología

técnica relacionada con residuos sólidos. Contiene normas sanitarias aplicables al almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia, transformación y disposición sanitaria de los residuos sólidos.” (Minsalud, 2021).

Decreto 605 de 1996 Reglamenta la ley 142/1994, referida a los servicios públicos domiciliarios. “Señala el manejo que debe darse a los residuos sólidos en su componente de presentación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.” (Minvivienda, 2015).

Resolución 909 de 2008 “Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones” (Ideam, 2020). Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional “Establece las normas sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.” (Minsalud, 2021). Resolución 1096 de 2000 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS” (ARDILA,2021).

ANTECEDENTES

La tesis “Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG” de Jorge Willan Cusco Tenesaca y Kristoffer Efraín Picón Aguirre en el año 2015, “se emplean herramientas SIG para optimizar las rutas de recolección de los residuos sólidos municipales (RSM) generados en el cantón Cuenca, cuya empresa responsable de la recolección es la EMAC EP. La metodología planteada se basará en recomendaciones técnicas, herramienta SIG, información del parque automotor existente, análisis de redes viales de la ciudad para la generación de rutas optimizadas. Las rutas optimizadas, reducen los costos operativos de recolección, mejorarán el servicio a los usuarios, se reducirán las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera ya que se acortarán los viajes que realizarán los camiones recolectores desde su salida hasta su llegada al relleno sanitario. Se utilizó un software de enrutamiento disponible en el mercado, la extensión Network Analyst (NA) de ESRI’s ArcGIS® ArcMap 9.3. Simultáneamente se utilizó el algoritmo Dijkstra (también llamado algoritmo de caminos mínimos) para determinar la ruta más corta de la red vial y meta-heurísticos como método de resolución de problemas. Se concluyó que, si se utiliza la ruta optimizada resultante hay reducciones de 49% y 62% para el tiempo total gastado mediante el recorrido de la distancia más corta. A su vez, para las emisiones contaminantes, las reducciones varían entre 27% y 30% cuando los camiones recolectores realizan su recorrido. En cuanto al tiempo empleado por los vehículos recolectores se puede disminuir alrededor de 25% y el consumo de combustible podría reducirse en un 28% en relación al recorrido de la distancia optimizada” (Cusco & Picon, 2015).

En el trabajo “Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el distrito de Caleta de Carquín” de Alvarado Prado, Luis

Fernando; Cabrera Tocas, Jhoshi Brayer. “La presente investigación se basa en recopilación y análisis de datos, el objeto de estudio por lo tanto es una investigación del tipo experimental, para establecer un esquema de rutas optimizadas para la recolección de residuos sólidos. La metodología de investigación del presente trabajo de investigación es cuantitativa, dado que se realizarán estimaciones, mediciones y cálculos para los procesamiento de los datos en un proceso ordenado para optimizar la mejor ruta de recolección de residuos sólidos. Las rutas optimizadas, reducen los costos operativos de recolección, mejoran el servicio a los usuarios ya que se acortarán los viajes que realizarán los camiones recolectores desde su salida hasta su llegada al relleno sanitario. Se pudo llegar a la conclusión que mediante la herramienta Network Analyst de ArcGIS se puede diseñar las rutas optimizadas de recolección de residuos sólidos para lo cual el objetivo es encontrar las mejores rutas para el camión recolector y así brindar un buen servicio para la población del Distrito de Caleta de Carquín, procurando minimizar el coste total de operación, distancia recorrida, el tiempo de transporte. Logrando así maximizar el beneficio para el Distrito Caleta de Carquín” (Alvarado Prado & Cabrera Tocas, 2020).

ME. La Ley 10/2008 establece que “La recogida selectiva se ha de hacer al menos en dos fracciones (fermentables y restos). Sin embargo, los Ayuntamientos españoles han optado en su mayoría por separar los residuos en más de esas dos fracciones. El fraccionamiento en origen ha incrementado notablemente la complejidad de la logística necesaria para recoger cada tipo de material en las condiciones más adecuadas. Se han de diseñar diferentes redes de recogida con distintas frecuencias y grado de contenerización, además de tener en cuenta muchos otros factores como la calidad de los residuos recogidos, los costes económicos, etc. En este trabajo se presenta una herramienta informática, basada en un sistema de información geográfica, con la que se puede diseñar el modelo de recogida de residuos más adecuado para una ciudad, en cada

momento y en las mejores condiciones posibles. La herramienta funciona como una extensión para ArcView 9.2, empleándose para su elaboración la aplicación Model Builder de ArcGIS. Permite realizar las actividades de ubicación de puntos de recogida, estimación de la generación en cada punto, contenerización, cálculo de rutas y valoración económica de la recogida. Para su validación se ha realizado una aplicación práctica en la localidad de Castellón. El empleo de software que opera con SIG en el ámbito de la gestión de residuos muestra la amplitud y utilidad que tienen este tipo de programas informáticos, capaces de aportar soluciones a muy diversos campos en el entorno de la ingeniería, el diseño de Modelos de Recogida Selectiva, ofrece al técnico encargado del diseño y gestión de la recogida de RS la posibilidad de generar, en poco tiempo, distintas alternativas con las que poder decidir, en función de factores económicos, técnicos y legales, cuál de ellas es la más conveniente.” (Izquierdo & David Bernad Beltrán, 2010).

METODOLOGIA

METODOLOGÍA DE LA FASE 1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE RUTAS DE BARRIDO DE CALLES QUE ACTUALMENTE SON UTILIZADAS EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA.

Actividad 1. Se Identifico y se revisó la información acerca del estado actual de las rutas. La identificación se realizó a través del diseño de un formato de captura de información de campo (ver tabla 1),

PROCEDIMIENTO	DESCRIPCION	EVIDENCIA
Empresa	EMPOPAMPLONA SA ESP	
Macro y micro ruta. Itinerario	Descripción de la ruta por calles	
Horarios y duración	Inicio y final	
Localización geográfica.	Puntos de la ruta con GPS	Anexo plano.
Observaciones.	Descripción de Puntos críticos	

Tabla 1. Formato de recolección de información de rutas por barrido de calles de Pamplona.

Fuente: Propia (2022)

METODOLOGÍA DE LA FASE 2. GENERACIÓN DE INSUMOS PARA APLICAR LA HERRAMIENTA DE SIG ARCGIS EN EL DISEÑO DE LAS RUTAS

Actividad 1. Se realizó el acompañamiento en los recorridos con el personal de aseo, para la toma de datos necesarios en el uso del software. Se programó con el personal de servicio de aseo de la empresa los días y horarios para hacer los respectivos recorridos de diagnóstico de las 21 rutas, y finalmente se ejecutó cada uno de los recorridos registrándose la información con el instrumento de captura diseñado.

Actividad 1. Se determinaron los puntos que no están en las macro y micro rutas de barrido.

Junto con los encargados se tomó nota de los puntos faltantes en las rutas con el fin de actualizar estas completamente y que no quedaran con lugares sin identificar.

Actividad III. Se realizó el cálculo de los tiempos de recolección de las macro y micro rutas.

Durante los recorridos se cronometra cada una de las cuadras presentes en las calles y carreras tenidas en cuenta a la hora de realizar las rutas de barrido de calles con la ayuda de herramientas como el teléfono celular y GPS.

Actividad IV. Se realizó el análisis de la frecuencia que cuenta el servicio de recolección.

Se tuvieron en cuenta los horarios estipulados por parte de la empresa prestadora de servicio para poder realizar una mejor y más eficiente cartografía de las rutas de barrido.

METODOLOGÍA DE LA FASE 3. APLICAR LA HERRAMIENTA SIG PARA MODELAR LAS REDES DE TRANSPORTE, SIMULAR Y OPTIMIZAR EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS.

Actividad I. Se establecieron las macro y micro rutas de barrido mediante el uso ArcGIS.

1. Digitalización

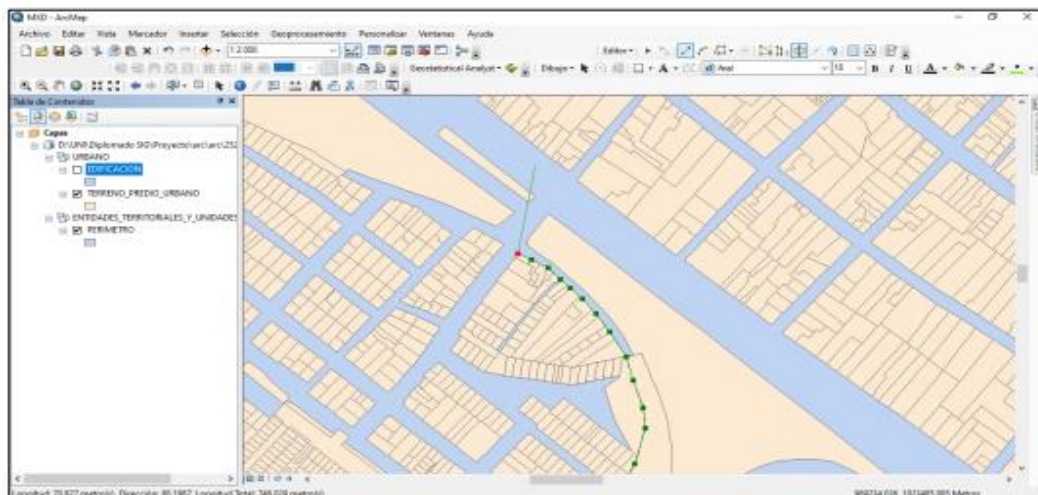
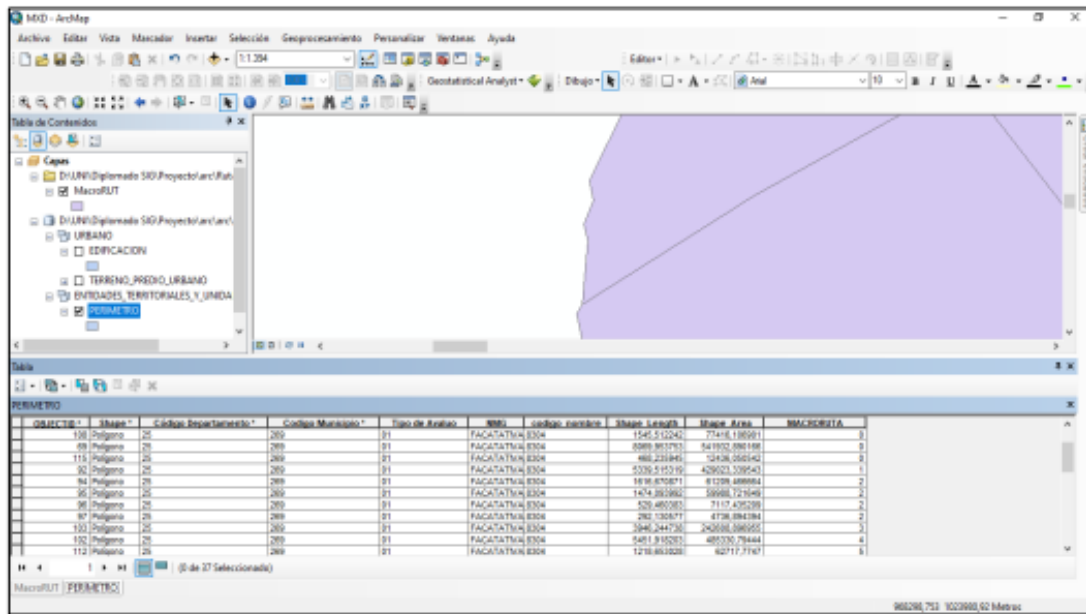


Figura 1. Descripción de los campos que se insertan en la tabla de atributos.

Fuente: (Propia, 2022).

“Con base en la información proporcionada, se utilizó la capa circundante y las manzanas del área urbana para digitalizar las trayectorias macroscópicas del municipio de Pamplona, como se muestra en la Fig. 1. Esto se realiza utilizando el tipo de coordenadas planas de MAGNA COLOMBIA BOGOTA. Gracias a la tabla de atributos a través de la herramienta Editar, se ha agregado un campo MACRO-ROUTE, que se muestra en la Figura 2, para etiquetar cada polígono dibujado” (Propia, 2022).



OBJECTID	Shape	Código Inspeccionado	Código Municipio	Tipo de Anillo	NOMBRE	código nacional	Shape Length	Shape Area	MACRO-RUTA
108	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	1545.512242	77456.1189911	3	
49	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	8089.815751	541952.880148	3	
115	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	488.223845	52438.050142	3	
92	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	5535.515319	429023.209543	1	
94	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	1818.810871	81239.468984	2	
36	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	1474.353382	59688.121648	2	
96	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	529.480283	7117.435239	2	
87	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	262.135877	4738.884384	2	
102	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	3945.244730	262638.569557	3	
102	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	5481.915283	485330.78444	4	
112	Polygon	282	282	01	FACATATUN E304	1218.851028	62717.7767	3	

Figura 2. Adición de campo en la digitalización de las macro-rutas.

Fuente: (Propia, 2022).

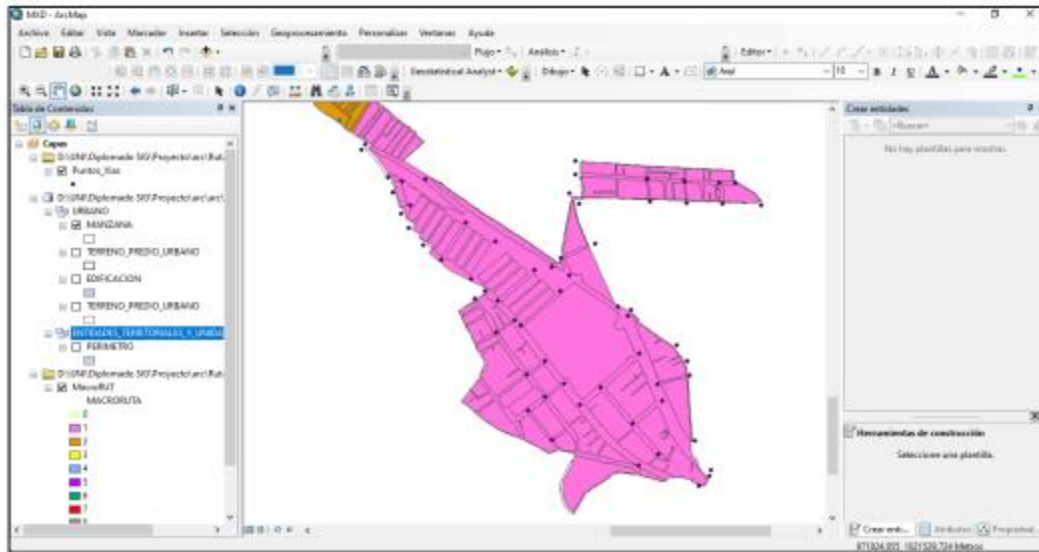


Figura 3: Generación de Shape de Nodos y edición.

Fuente: (Propia, 2022).

“Gracias a este shapefile se determinaron los puntos de intersección entre calles y caminos, teniendo en cuenta los nodos inicial y final de dicho proceso. Para ello se creó una carpeta y dentro de ella se creó un nuevo shapefile, nuevamente asignado al sistema de coordenadas de MAGNA COLOMBIA BOGOTÁ. Para realizar la edición, se utilizó la herramienta Editar, observando que estos puntos están ubicados donde se cruzan las carreteras, como se muestra en la Figura 4.” (Propia, 2022).

Actividad II. Elaboración de las salidas graficas de las macro y micro rutas.

2. Generación de un Shapefile de Vías y edición.

“Con este shapefile, las secciones se fijaron con capas entre dos nodos. Seguido de esto se generó una carpeta y en ella se creó un nuevo shapefile, asignado el sistema de coordenadas MAGNA COLOMBIA BOGOTÁ. Para hacer la edición, esto se hace a través de la herramienta (Editar) y se configuran los siguientes campos en la tabla: nombre, minuto, muerto y velocidad como se muestra en la Figura 5; La edición finalizó con (dejar de editar cuando) se establecieron todas las rutas y todos los campos

The screenshot shows the SDD - Archiblog software interface. The top menu bar includes Archivo, Editar, Vista, Menú, Insertar, Selección, Geoprosesamiento, Personalizar, Ventanas, and Ayuda. The toolbar contains various icons for file operations, editing, and analysis. The main window is divided into three panes: a left 'Tabla de Contenidos' (Table of Contents) pane showing a project hierarchy, a central map view displaying a network of roads and buildings, and a bottom 'Datos' (Data) pane showing a table of road data. The 'Datos' table has columns for ID, Shape, ID, F. ROAD, T. ROAD, NOMBRE, CATEGORIA, ONWAY, T. MINUTOS, MITOS, REARKEY, ADARSHA, VELOCIDAD, Shape, and Length. The table contains 8 rows of data for different road segments.

ID	Shape	ID	F. ROAD	T. ROAD	NOMBRE	CATEGORIA	ONWAY	T. MINUTOS	MITOS	REARKEY	ADARSHA	VELOCIDAD	Shape	Length
1	2	0	0	0	3 Carretera 3a Sur	Carretera	PT	0	4,108	2	2	10000	233,315462	
2	2	0	0	0	3 Carretera 3a Sur	Carretera	PT	0	4,606	2	2	10000	48,306291	
3	2	0	0	0	3 Carretera 3a Sur	Carretera	PT	0	1,954	2	2	10000	108,450955	
4	2	0	0	0	3 Carretera 2a Sur	Carretera	PT	0	8,178	2	2	10000	85,78660	
5	2	0	0	0	3 Carretera 2a Sur	Carretera	PT	0	8,077	2	2	10000	89,718629	
6	2	0	0	0	3 Carretera 2a Sur	Carretera	PT	0	1,489	2	2	10000	148,888037	
7	2	0	0	0	3 Carretera 2a Sur	Carretera	PT	0	1,177	2	2	10000	111,728847	
8	2	0	0	0	3 Carretera 2a Sur	Carretera	PT	0	1,529	2	2	10000	15,377426	
9	2	0	0	0	3 Carretera 2a Sur	Carretera	PT	0	1,140	2	2	10000	114,704847	

Fuente: (Propia, 2022).

CAMPO	DESCRIPCIÓN
NOMBRE	En esta variable se tuvo en cuenta el nombre de la calle o carrera.
METERS	En esta variable se tomó la distancia (en metros) que tiene cada calle o carrera.
VELOCIDAD	En esta variable se tomó la velocidad con la que los trabajadores realizan un recorrido cuadra por cuadra.
MINUTES	En esta variable se tuvo en cuenta el tiempo que demora cada operario en recorrer una vía.

Fuente: (Propia, 2022).

“Generada a partir de ArcCatalog, una geodatabase de archivos es una colección de archivos en un directorio en el disco que puede almacenar, consultar y administrar datos espaciales y no espaciales, y una geodatabase de archivos incluye tablas del sistema, así como datos de usuario (ESRI, ArcGIS Help , 2017). Como parte de este proceso, se creó un nuevo dataset de entidades que comparte un sistema de coordenadas común y se importó la capa de línea para finalmente insertar un nuevo dataset de red, como se muestra en la Figura 5.” (Propia, 2022).

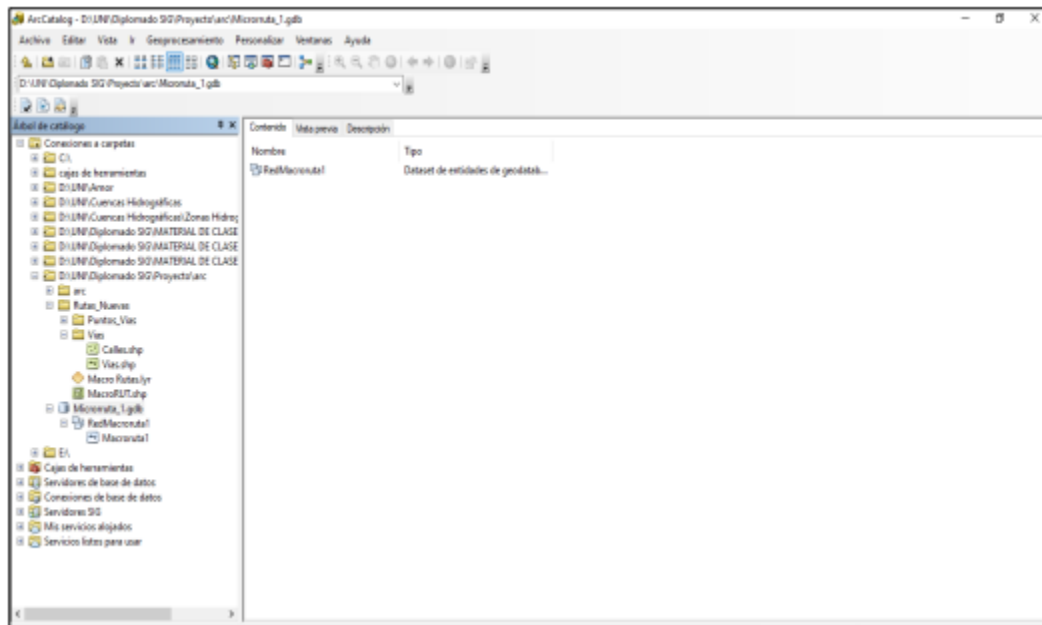


Figura 5: Generación del Dataset.

Fuente: (Propia, 2022).

“Se finalizo con el resumen del nuevo Dataset de red y con el resultado como se ve en la Figura 7. Se presentará en la ventana principal de Arc Map de color rojo la ruta trazada por medio de ArcGIS.” (Propia, 2022).

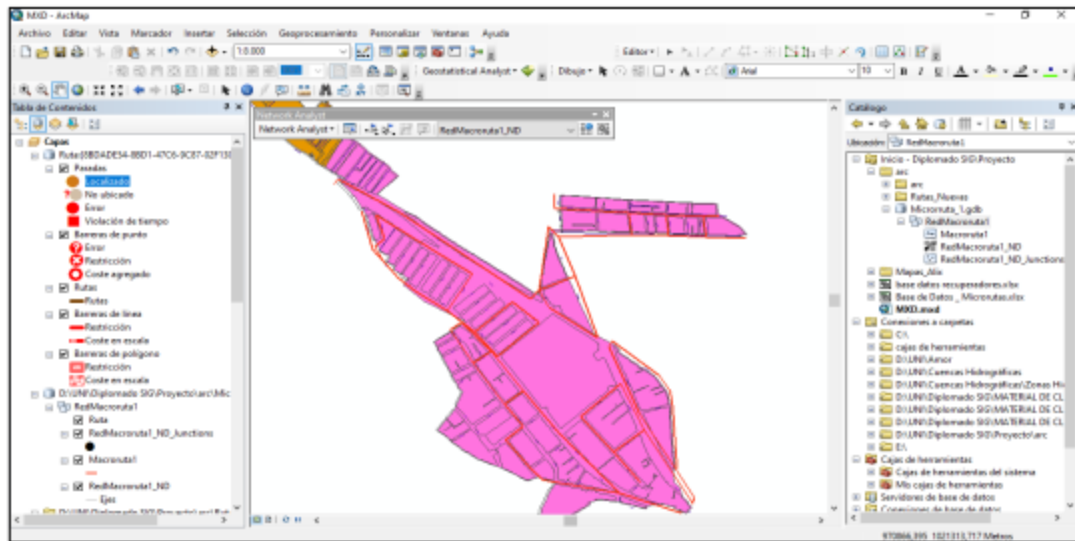


Figura 6: Resultado del Dataset.

Fuente: (Propia, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para el primer objetivo planteado se tienen los siguientes resultados, puntos tomados con GPS:

Ruta	Norte	Sur	Elevación	N°. Puntos
1	7°22'34.90"	72°39'04.58"	2317 msnm	40
2	7°22'21.16"	72°39'02.43"	2296 msnm	40
3	7°22'24.07"	72°39'01.83"	2295 msnm	26
4	7°22'15.60"	72°38'55.34"	2293 msnm	35
5	7°22'19.87"	72°38'53.33"	2290 msnm	55
6	7°22'19.87"	72°38'53.33"	2290 msnm	50
7	7°22'32.46"	72°38'52.97"	2295 msnm	8

Tabla 3: Puntos tomas en GPS.

Fuente: Propia (2022).

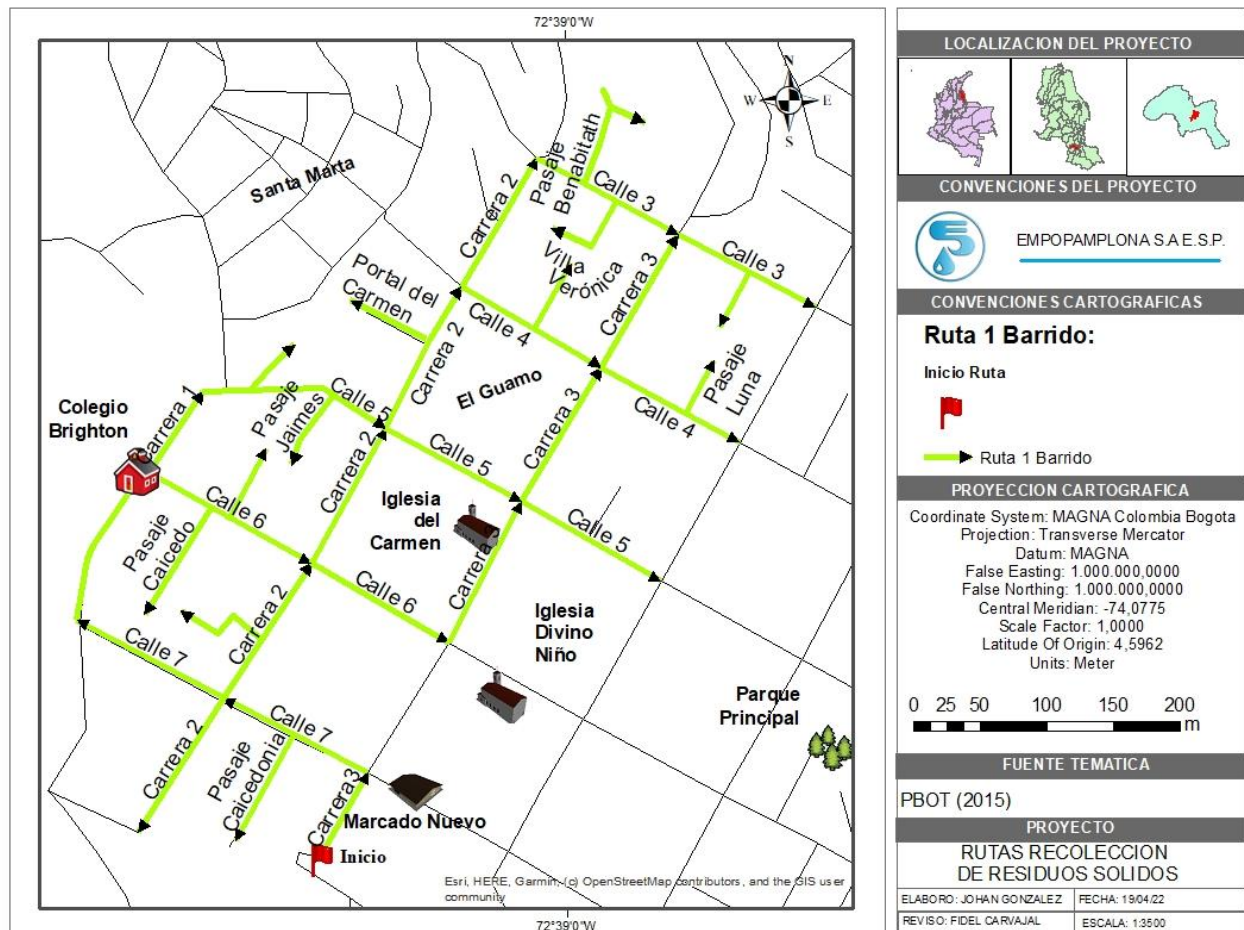


Figura 7: Ruta de barrido de calles Carrera 2 y 3.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am y Tarde 2:00pm a 4:00pm

Inicia carrera 3 con calle 7 pasaje Caicedonia, pasaje solar de los abuelos, colegio Brighton, Pasaje Caicedo, calle 6 con sus bajantes, iglesia del Carmen, pasaje Jaimes, calle 5, calle 4 y calle 3 con sus bajantes, villa verónica, pasaje benabitath, incluyendo la carretera 2 y 3 hasta Calle 3 terminando en la flecha.

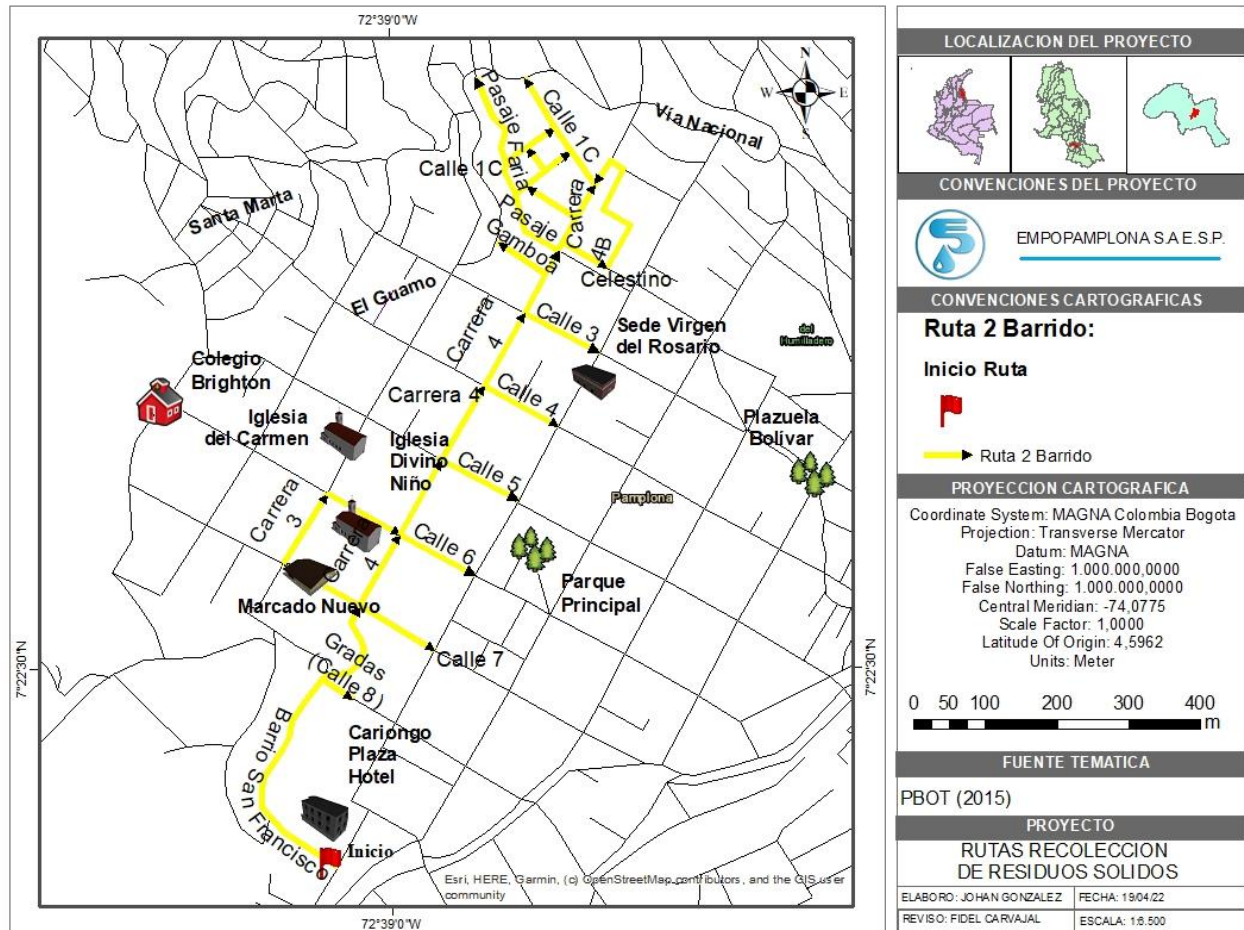


Figura 8: Ruta de barrido carrera 4.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am y Tarde 2:00pm a 4:00pm

Inicia carrera 4 detrás del Hotel Cariongo, por San Francisco, llega a la esquina de la Amostacen con su bajante, sube al mercado nuevo y baja por el Convento, Niño Huerfanito, esquina del mercado, con sus bajantes, mercado La Esperanza, La Casona de la Universidad con sus bajantes hasta llegar a la Avenida Celestino, pasaje Gamboa, pasaje Faria, parque o parales de la Celestino, todo el barrio de las Américas hasta llegar a los semáforos.

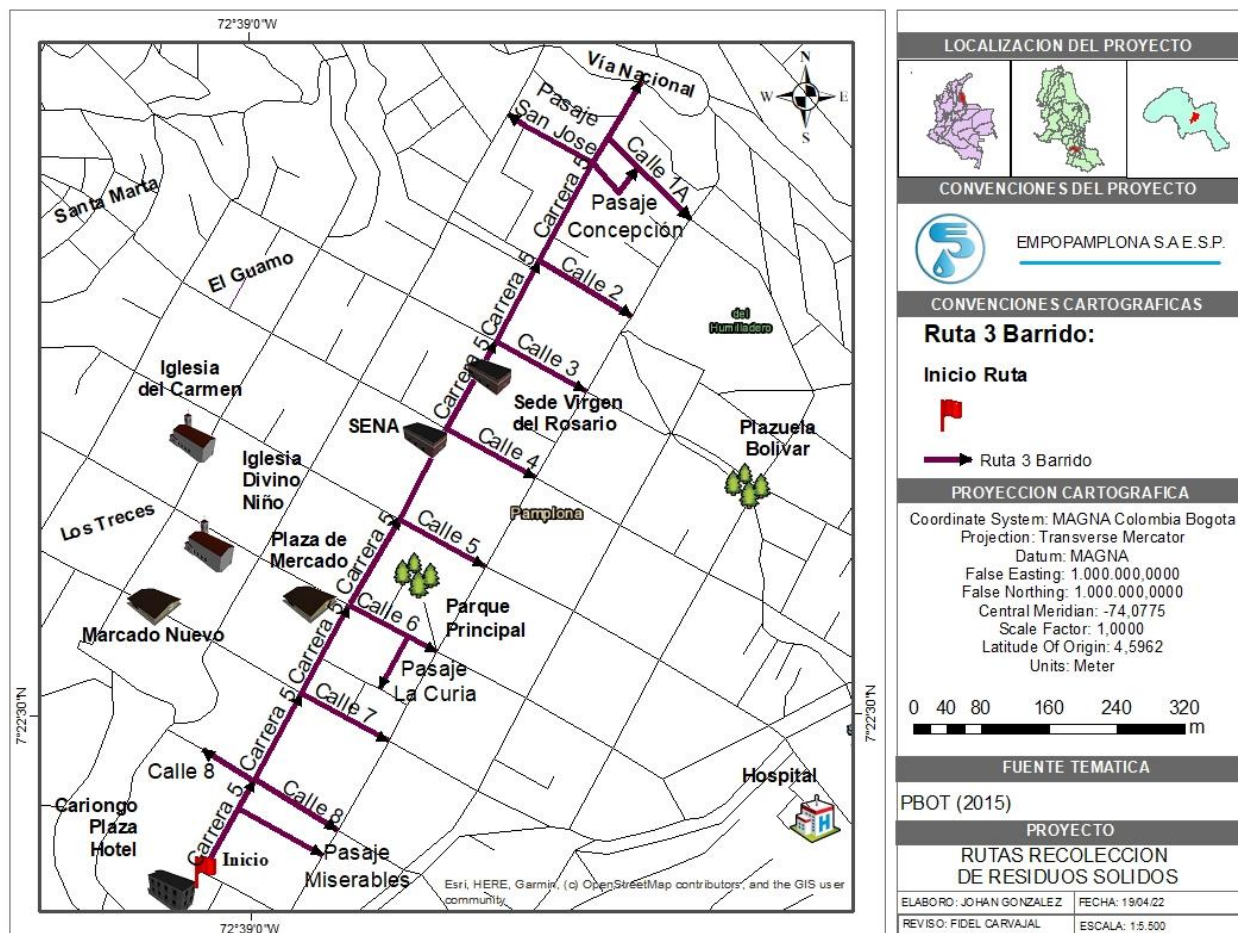


Figura 9: Ruta de barrido calle 5.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Empieza Hotel Cariongo, colegio Cambridge school, con sus respectivas bajantes, Trigal de Oro, mercado carrera 5 hasta parque principal Águeda Gallardo, Pasaje la Curia, Palacio Arzobispal, SENA, Colegio antiguo Rosario con sus bajantes, hasta llegar a la Avenida Celestino, Helados Drucky, Pasaje San José terminando en Baldosines Amatista hasta las gradas.

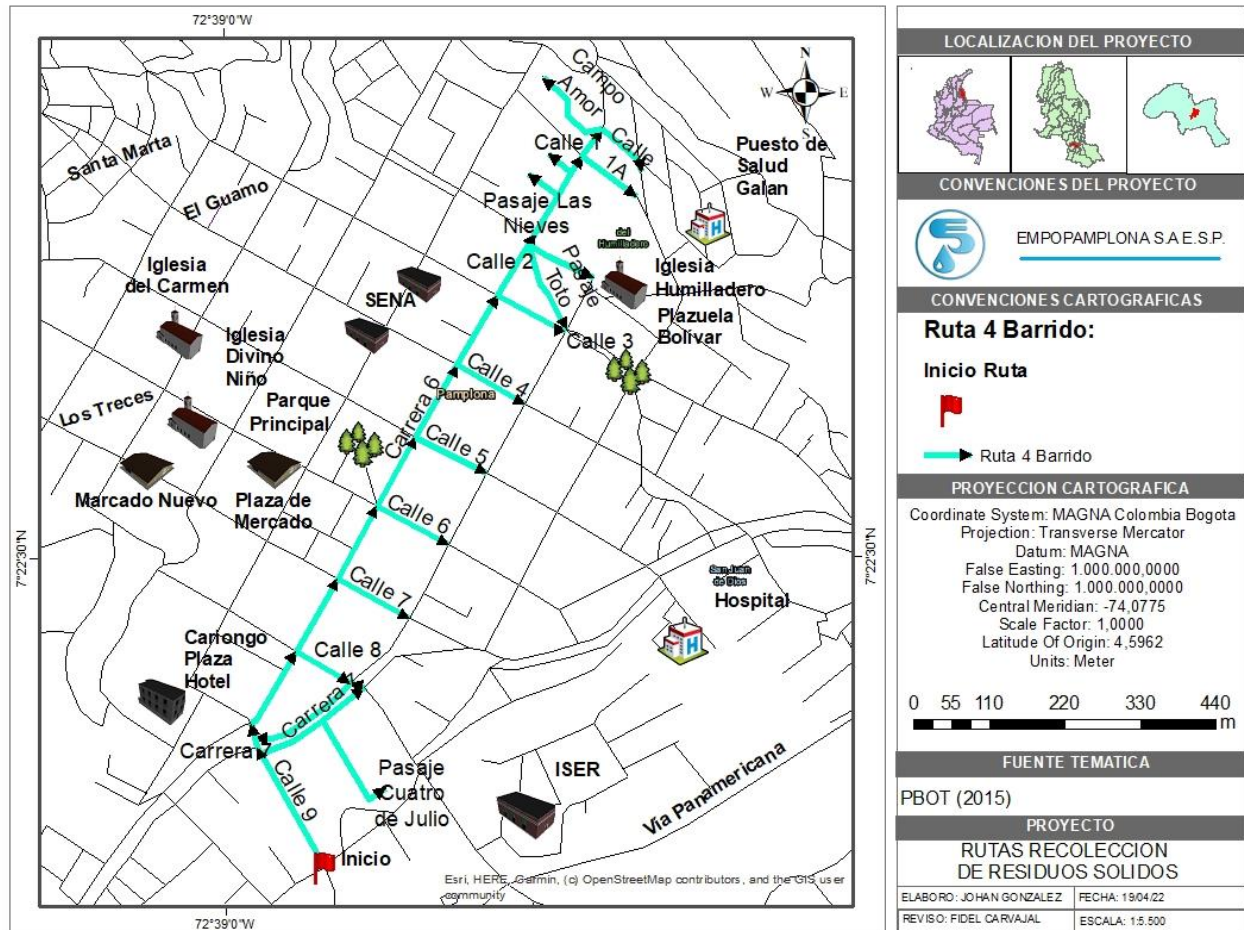


Figura 10: Ruta barrido Calle 6.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am y Tarde 2:00pm a 4:00pm

Empieza desde el Semáforo del Topón, Funeraria Los Olivo, carrera sexta entrando Pasaje Cuatro de Julio por orilla del rio hasta llegar Plazuela Almeyda, sigue por toda la Calle Real con sus bajantes hasta llegar a las zonas bancarias y pasa por la Alcaldía, luego llega al Colegio Galán, Pasaje Toto, Rampa Galán, Pasaje la Nieves y luego Campo Amor.

Inicia Calle Real con sus bajantes hasta llegar a las zonas bancarias y llega a la alcaldía. Pasando a la esquina del Arteco por todo el mercado de la fruta llegando a la esquina del soberano, subiendo por el teatro Jauregui hasta llegar a la esquina de Calle 7 con Carrera 3.

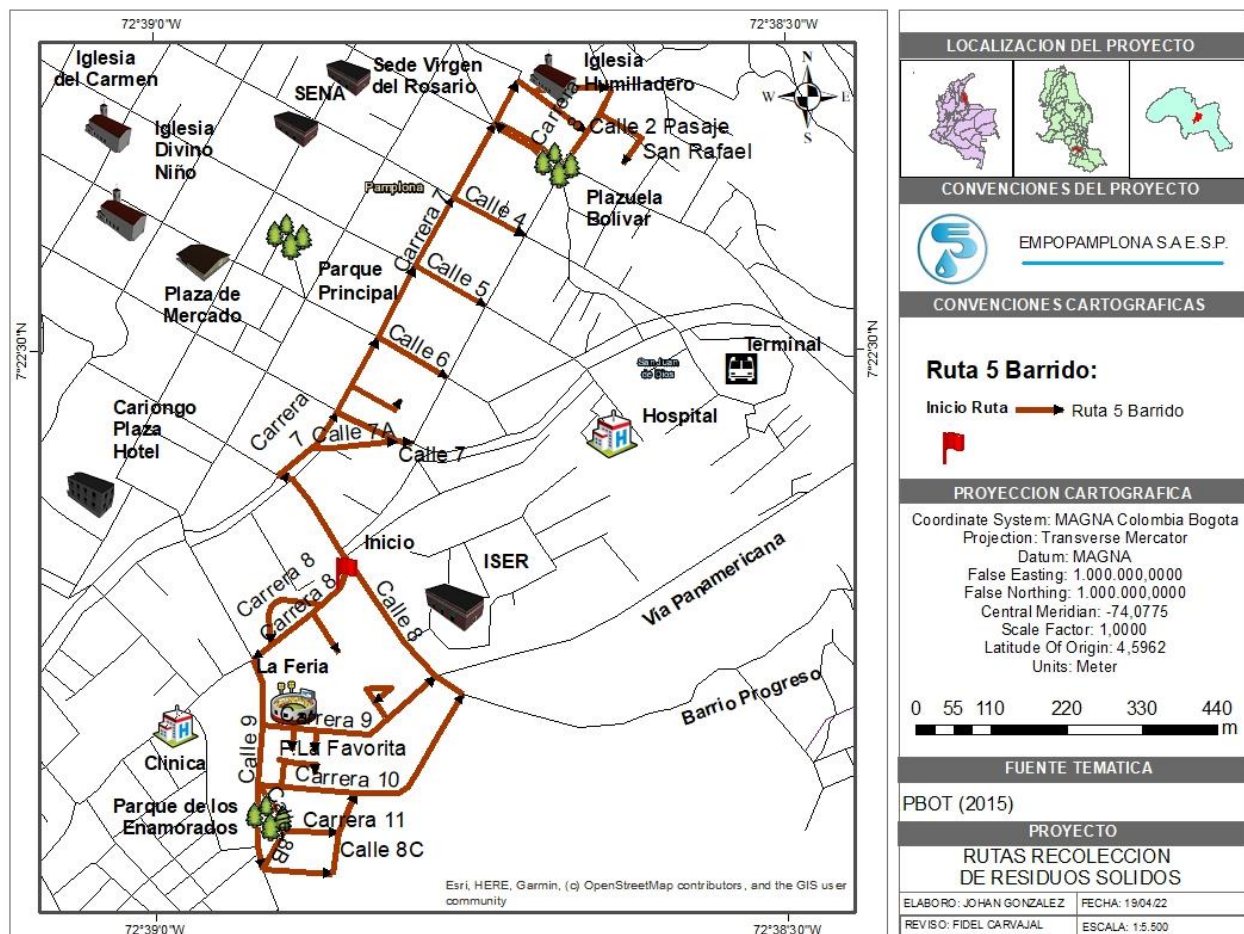


Figura 11: Ruta barrido carrera 7.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia carrera 7 Parqueadero Media Luna, Pasaje San Fermín al llegar a los Semáforos de cuatro esquinas sube la Feria, Colegio Águeda Gallardo, Pasaje Turbay, Pasaje Carmelitano, Pasaje la Favorita, Parque de los Enamorados, Seminario Menor, Instituto Superior ISER, Semáforo Chapinero, estación de gasolina Troco, puente de chapinero, Teatro Cecilia con sus respectivas bajantes a mano derecha, Comfaoriente, Santo Domingo, Asilo San José, cooperativa Coomultrup, Plazuela Simón Bolívar, Parroquia del Humilladero, detrás del humilladero, Cementerio, Pasaje

San Rafael.

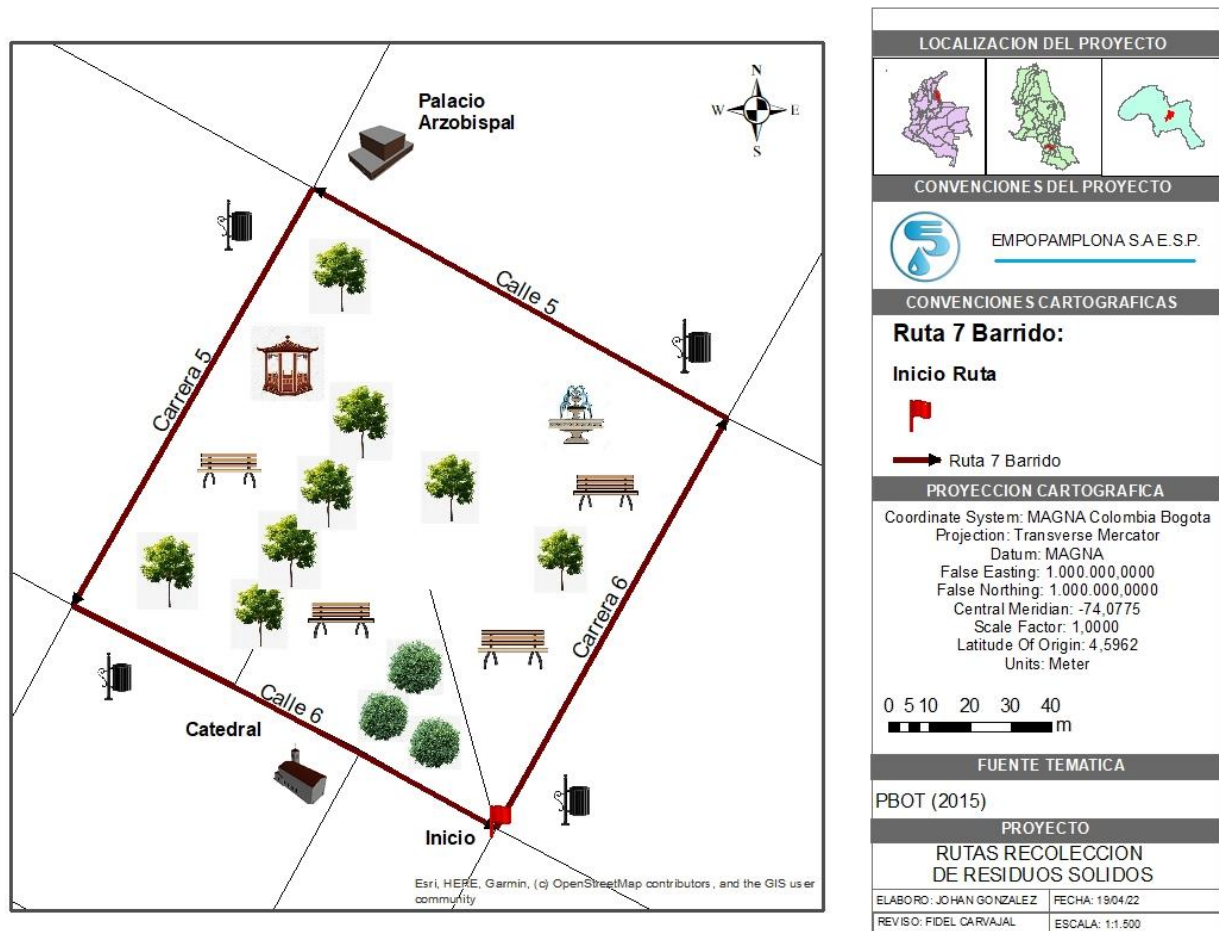


Figura 12: Ruta de barrido Parque Principal.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am y Tarde 2:00pm a 4:00pm

Parque Principal con sus respectivas canastas.

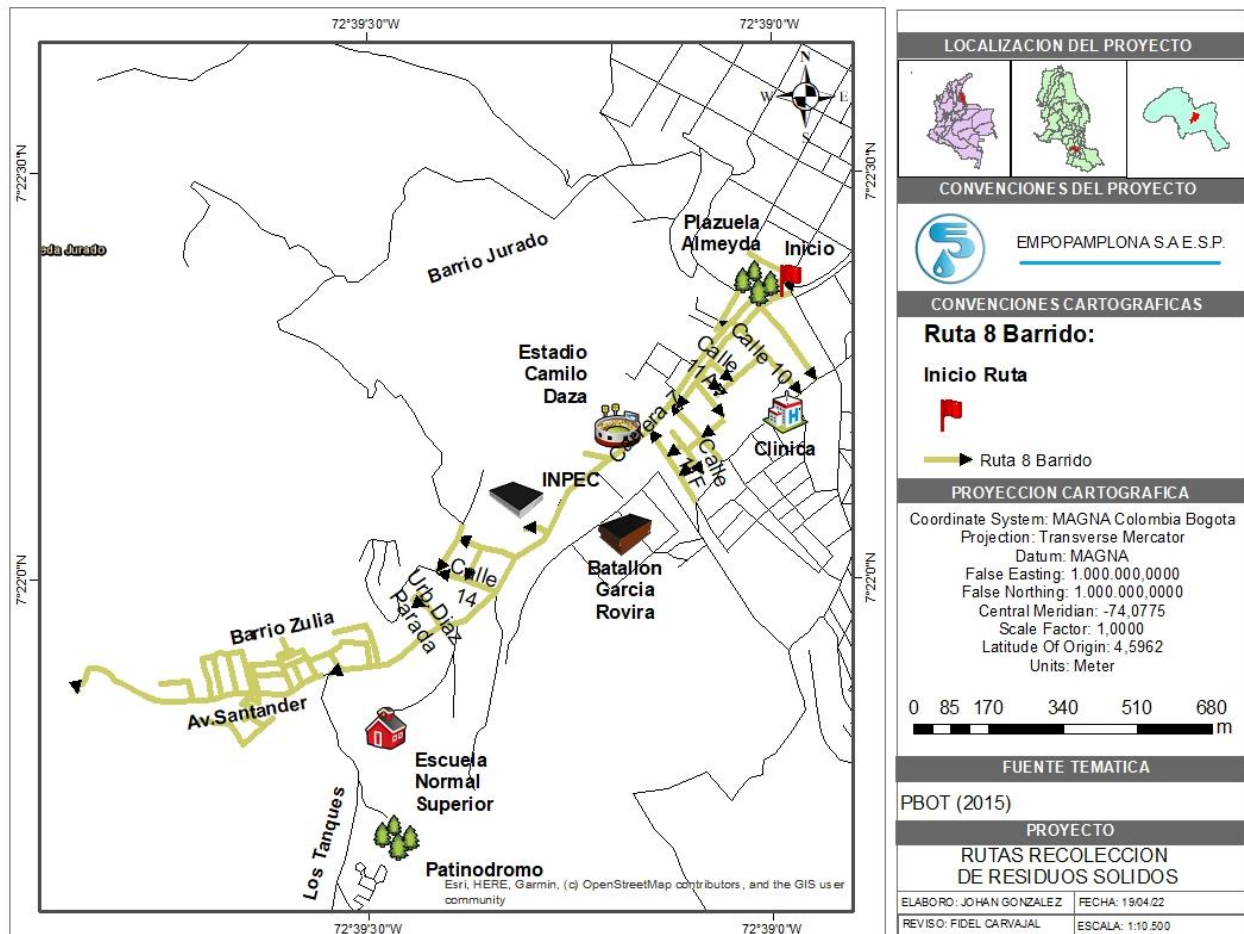


Figura 14: Ruta barrido Av. Santander.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am y Tarde 2:00pm a 4:00pm

Inicia Plazuela Almeyda, Clínica Pamplona, Pasaje SaludCoop, Colegio Mistral, Barrio Florián, Bomberos, Sede Sindi esto, Asinor calle ancha de la Esperanza, Parroquia San Francisco de Asís, Colegio Provincial, Portal de Bavaria, Colegio Chepe Acero, Batallón García Rovira, Avenida Santander, Pasaje Santander, Sector los Alpes, la Fosforeria, Urbanización Diaz Parada, La Campiña, Los Molino del Zulia, Urbanización Pinar del Rio y el Zulia.

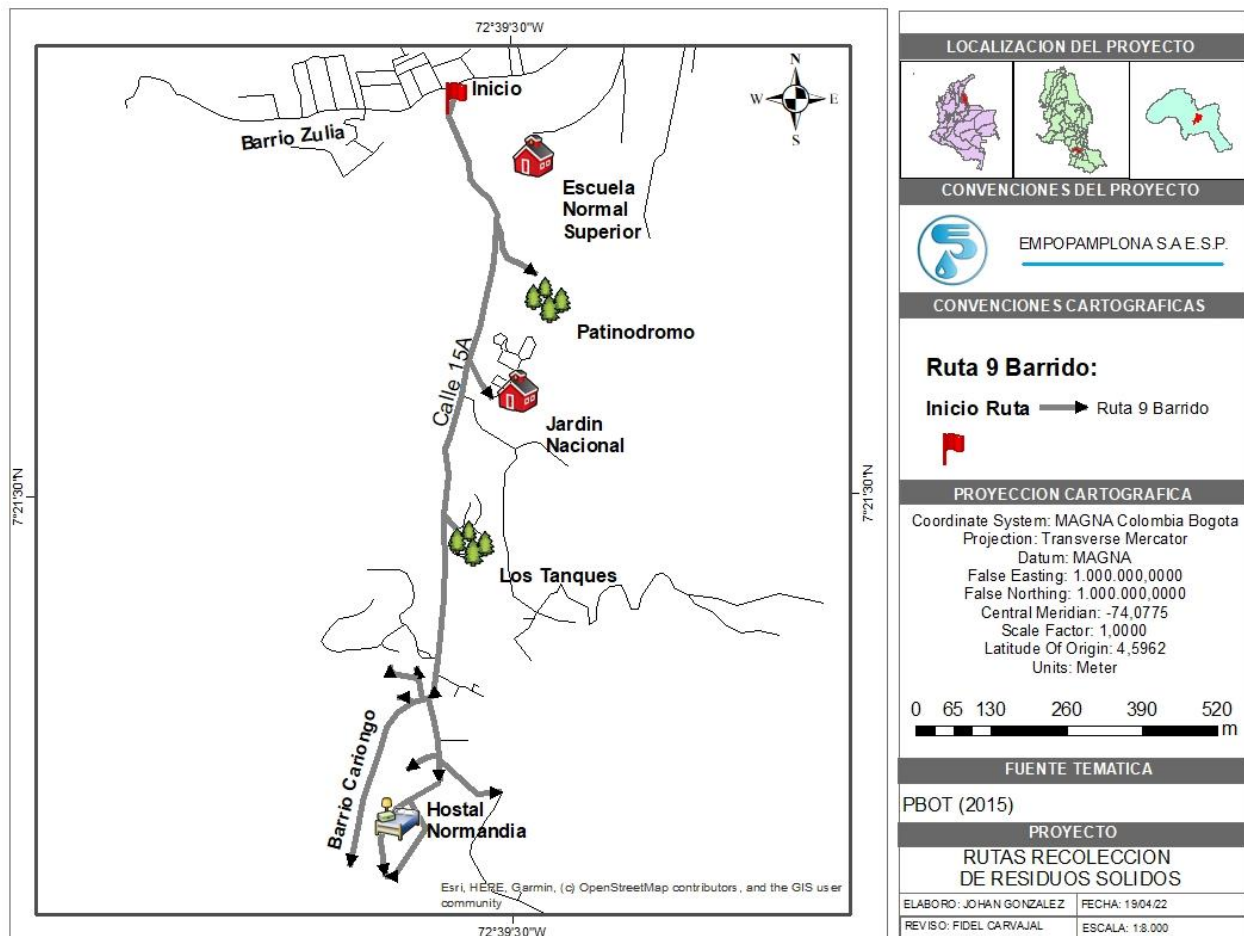


Figura 15; Ruta barrido Los Tanques.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia Puente Ospina subiendo Patinódromo, Parque Intra y parque Recreacional los Tanque, llega al Barrio Cariongo, Hotel Normadia.

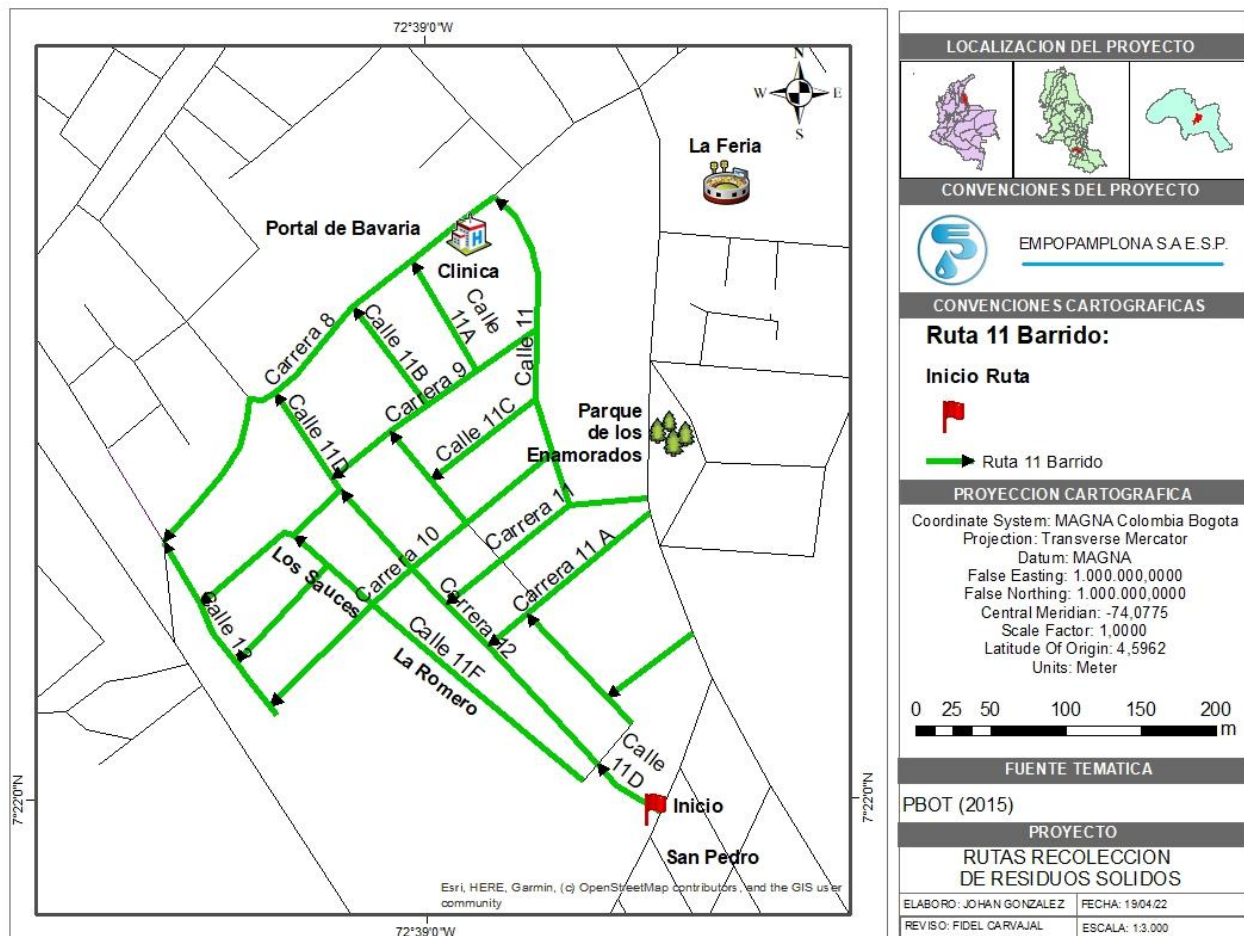


Figura 17: Ruta barrido Los Sauces.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia La Romero, Urbanización Villa San Juan, Urbanización Augusto Ramírez, Los Sauces, El Pinar, sector de la clínica.

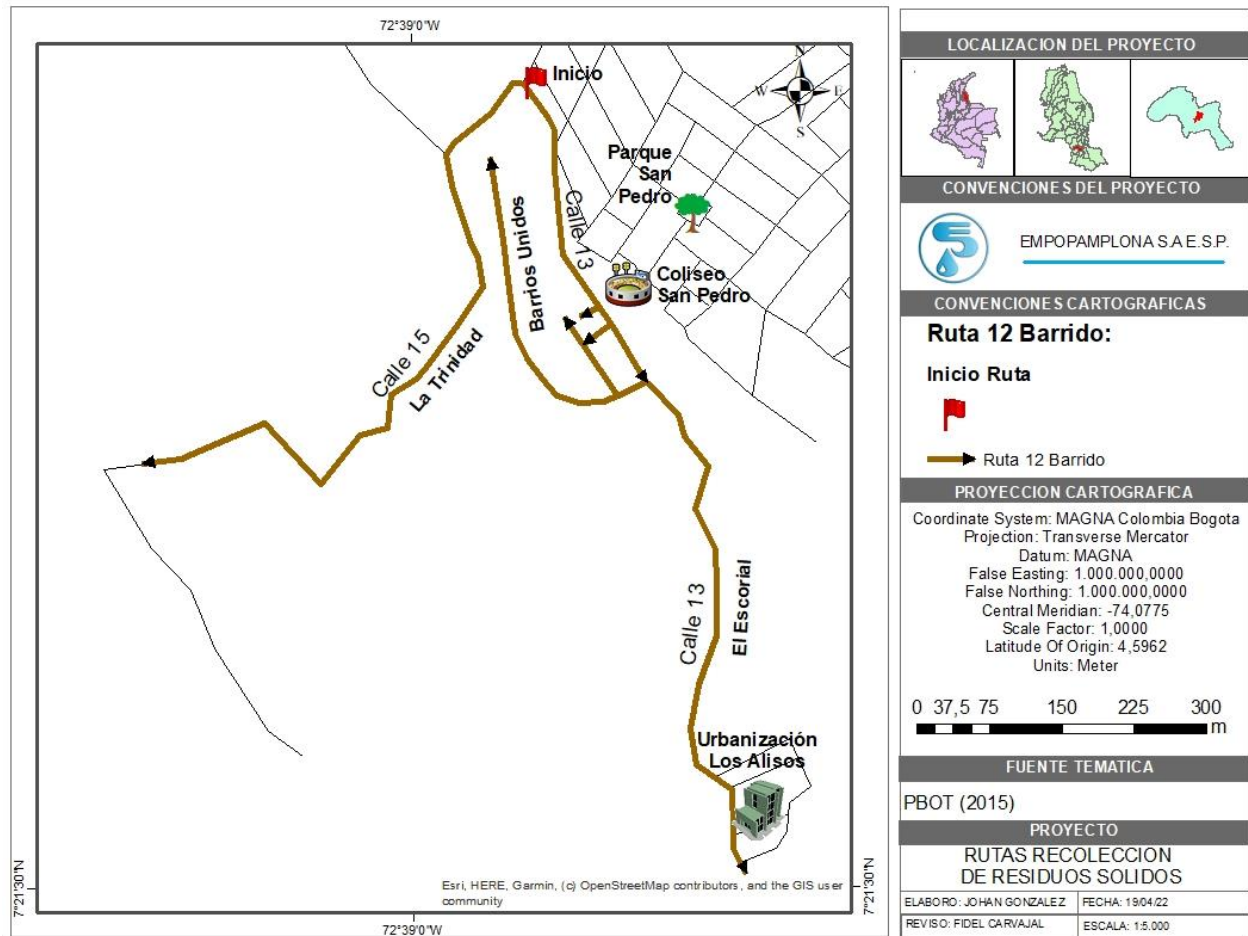


Figura 18: Ruta Barrido barrio Trinidad.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia Barrios Unidos, desde la escuela hasta entrada Escorial, Santísima Trinidad inicia arriba de la canasta. Recorriendo el barrio hasta el puente de la quebrada Escorial y finaliza en los Alisos.

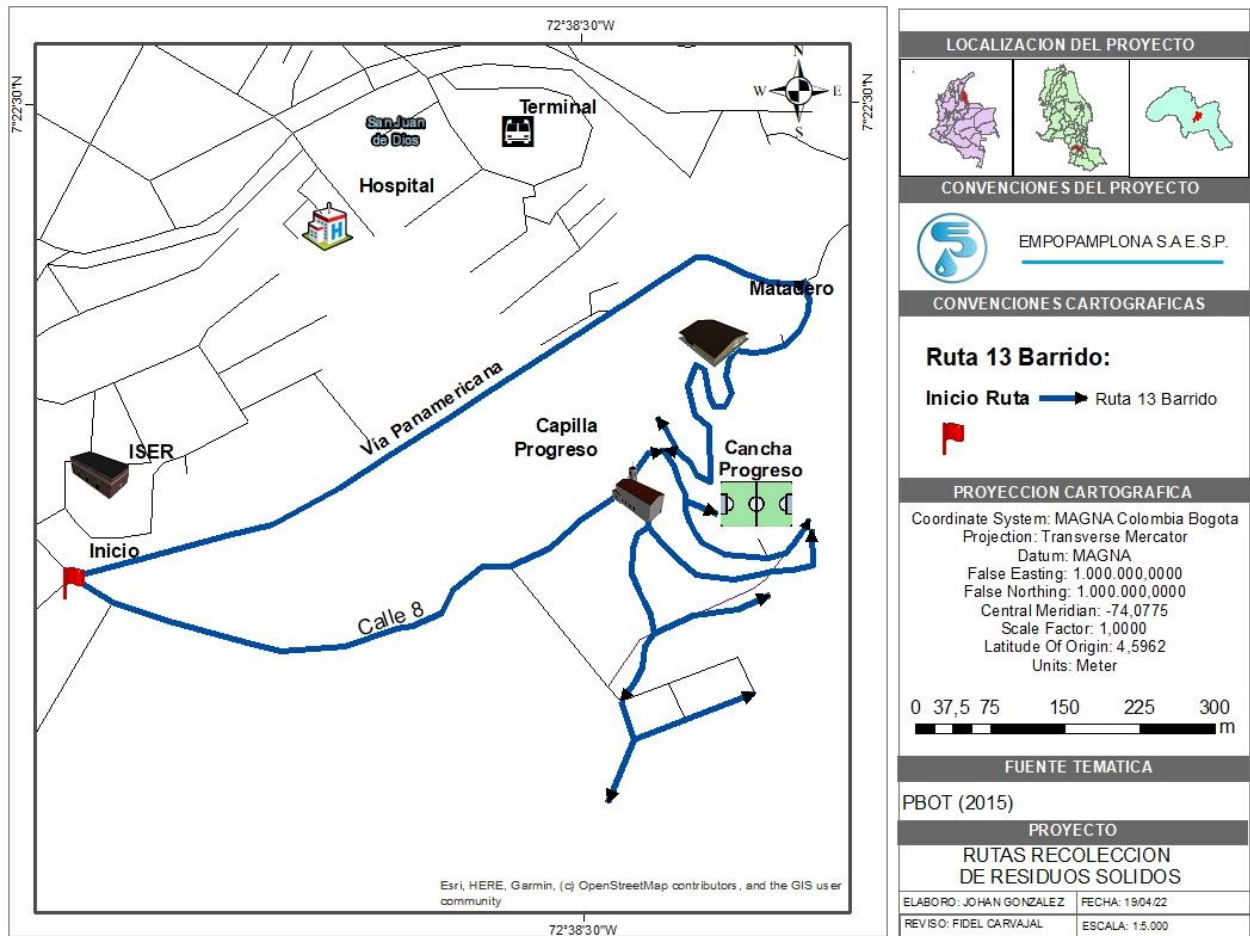


Figura 19: Ruta barrido barrio El Progreso.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia entrada del Progreso, subiendo hasta la capilla llegando a la parte alta del Progreso, bajando al tanque de Empopamplona S.A.E.S.P. pasa la cancha y luego el Mataadero. Recta de la Panamericana hasta la virgen.

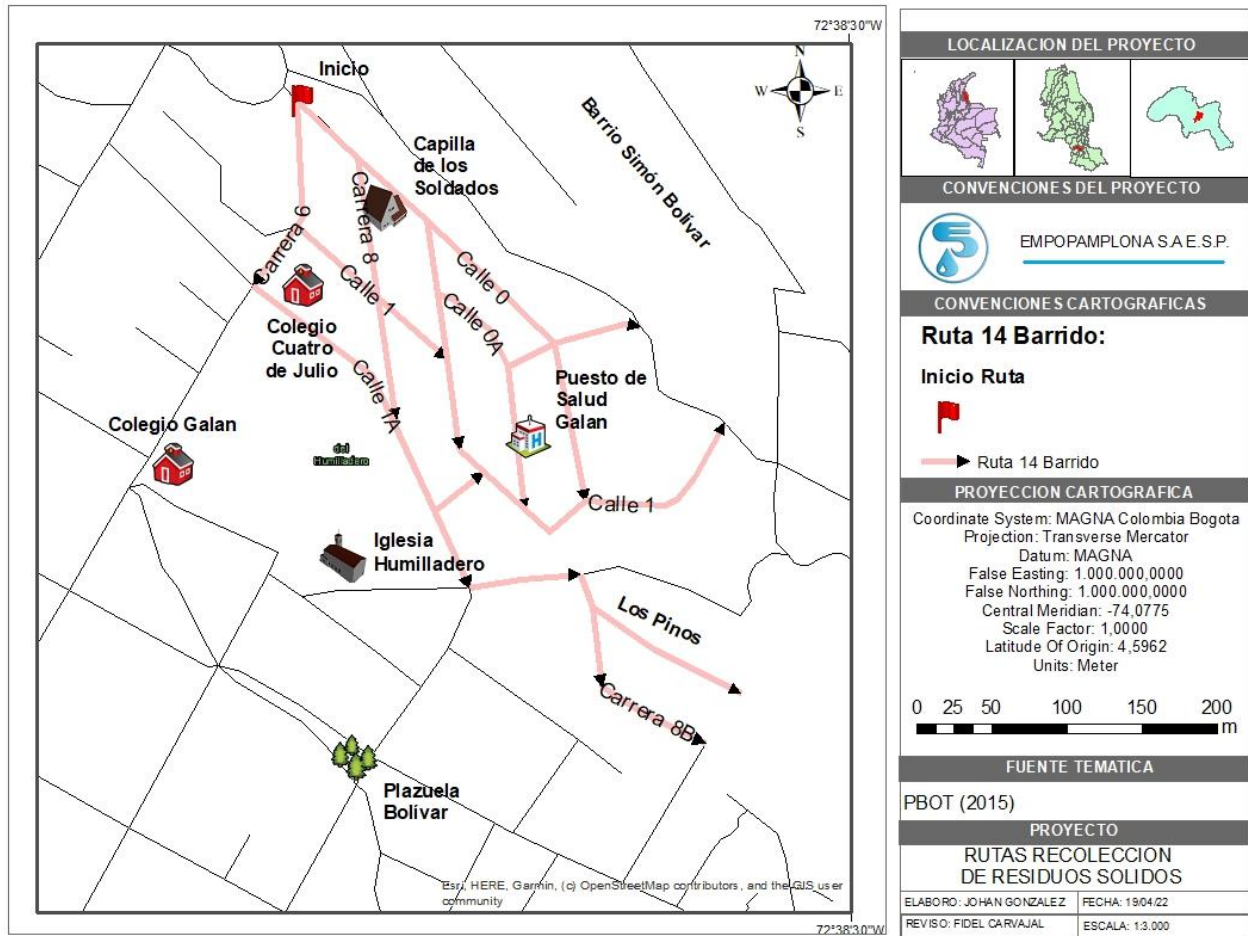


Figura 20: Ruta barrido Avenida 0.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia Barrio Galán, Escuela Cuatro de Julio, Los Pinos parte alta.

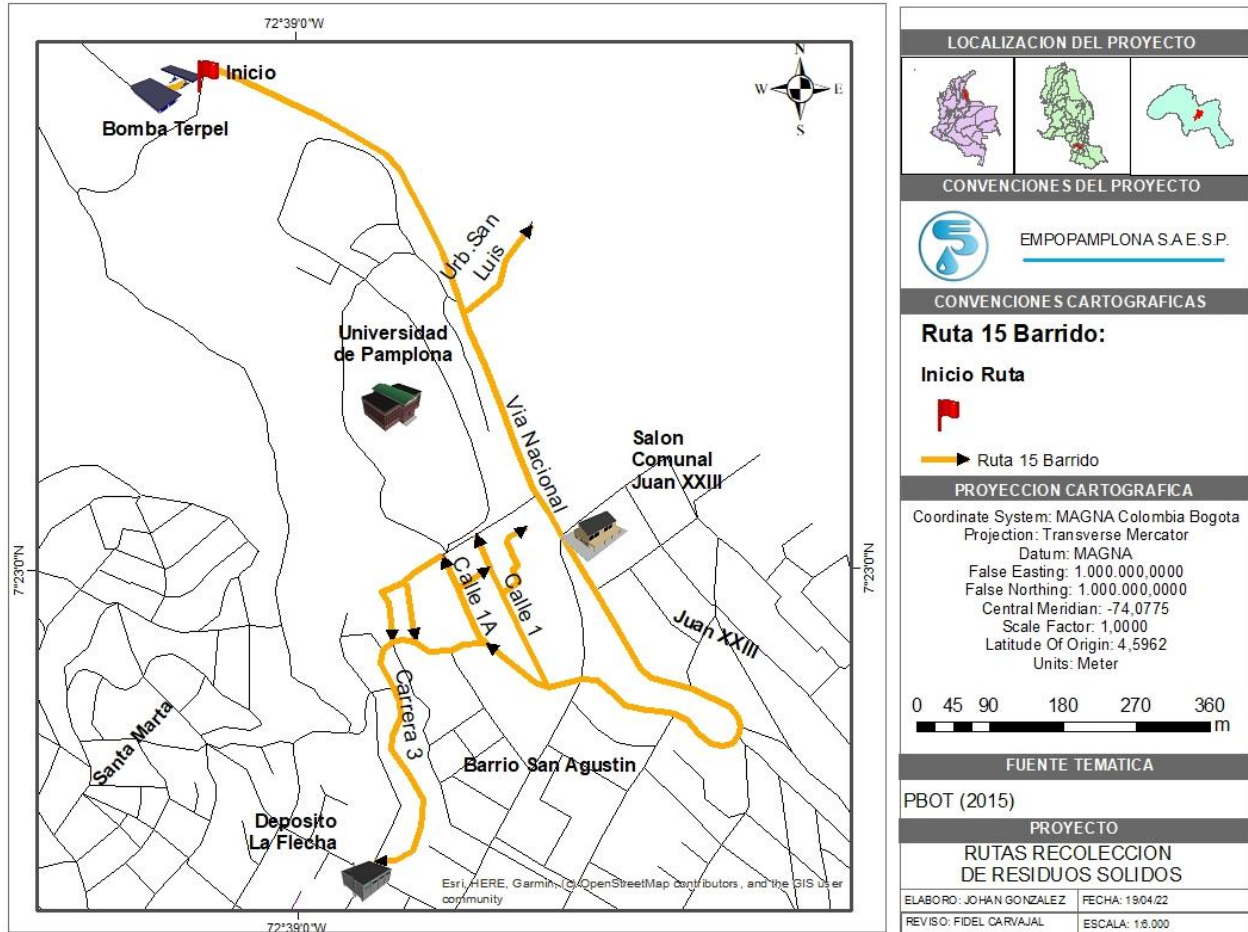


Figura 21: Ruta barrido Vía Nacional.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia bomba Terpel, Universidad de Pamplona, Urbanización San Luis, por toda la principal La Cueva del Chulo, entrada Universidad por parte baja y por las gradas de la Universidad.

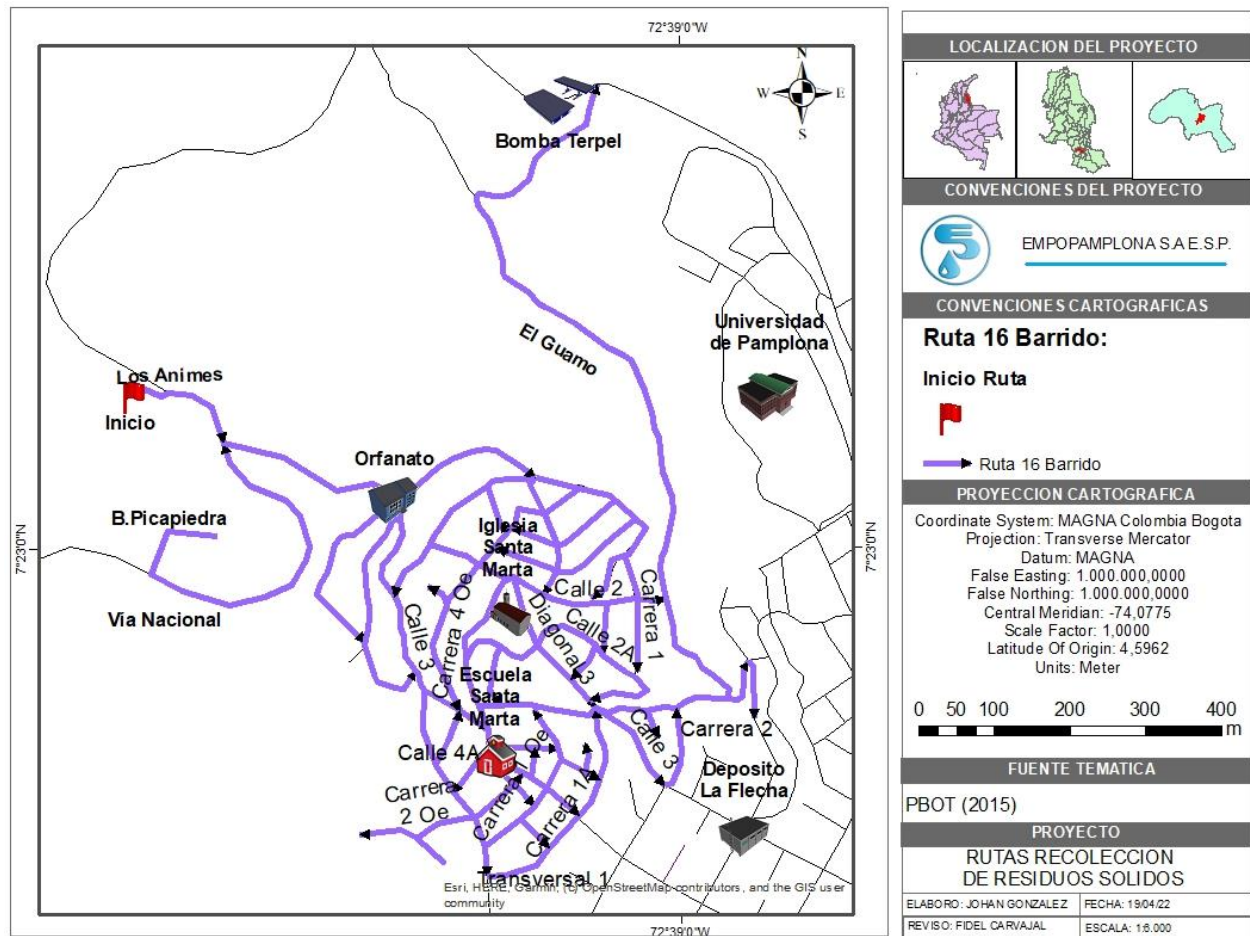


Figura 22: Ruta barrido barrio Santa Marta.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia en el Orfanato, Cinco Casas, La piscina, El Buque, El Contento y Paso del burro, todo el Barrio Santa Marta, la Capilla hasta los Rieles de Santa Marta, Nuevo Amanecer, Las Margaritas parte alta y baja hasta los primeros rieles y el Guamo.

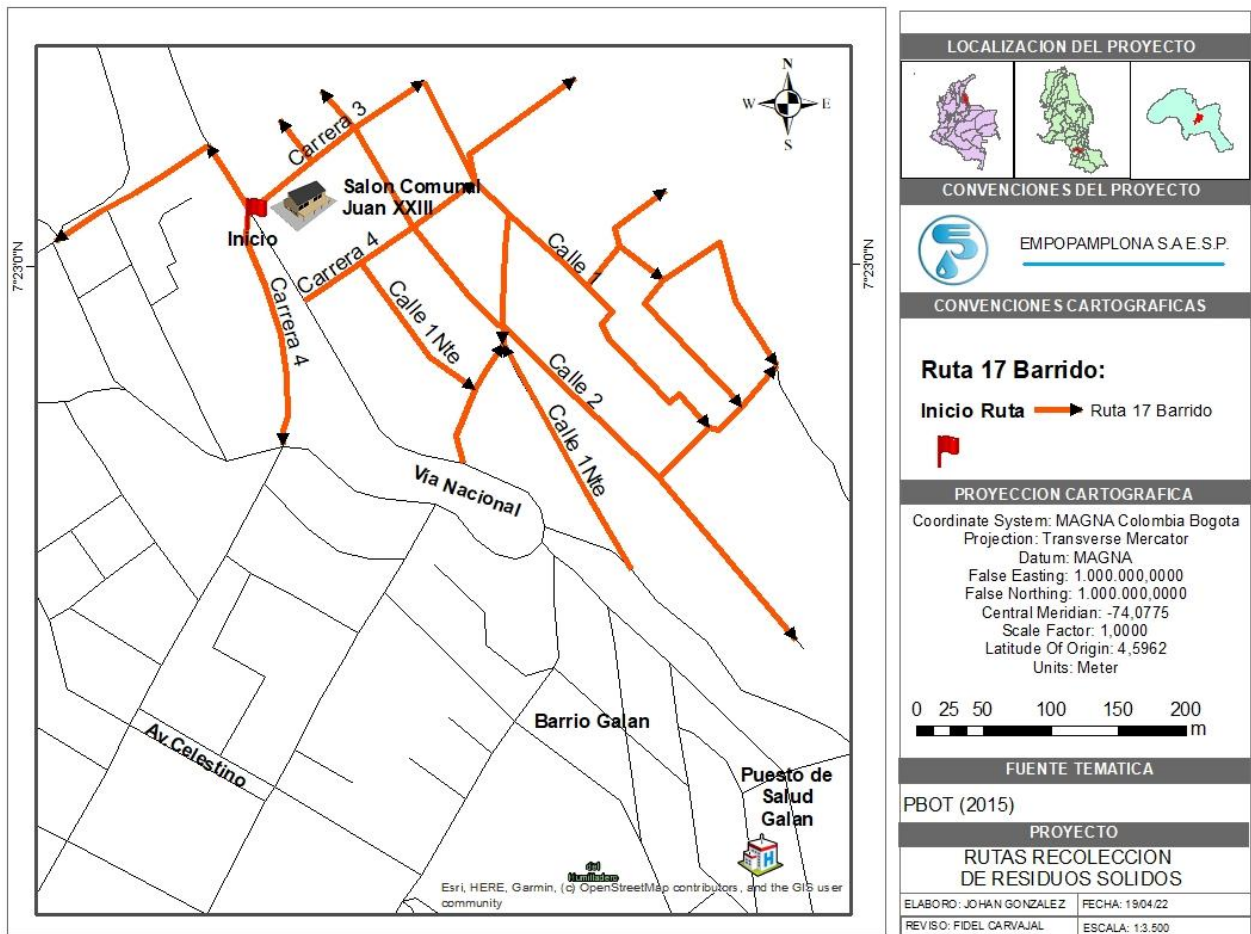


Figura 23: Ruta barrido barrio Juan XXIII.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia calle 2 hasta llegar Salón Comunal por las gradas. Juan XXIII parte alta hasta llegar carretera principal.

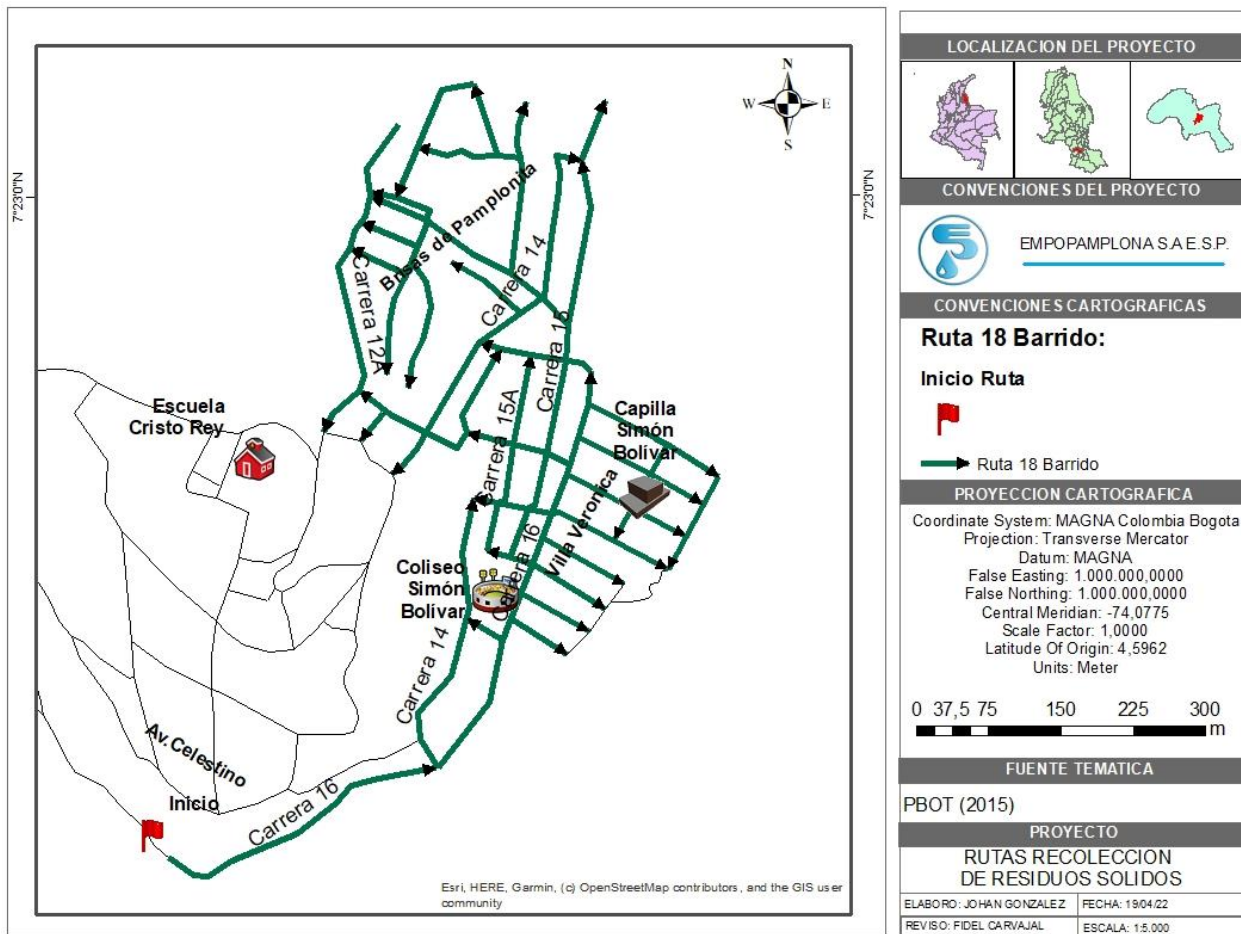


Figura 24: Ruta barrido barrio Simón Bolívar.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia en todo Simón Bolívar y sus alrededores, Villa Cristina, La Capilla, Brisas de Pamplonita, Sagrada Familia y El Arenal.

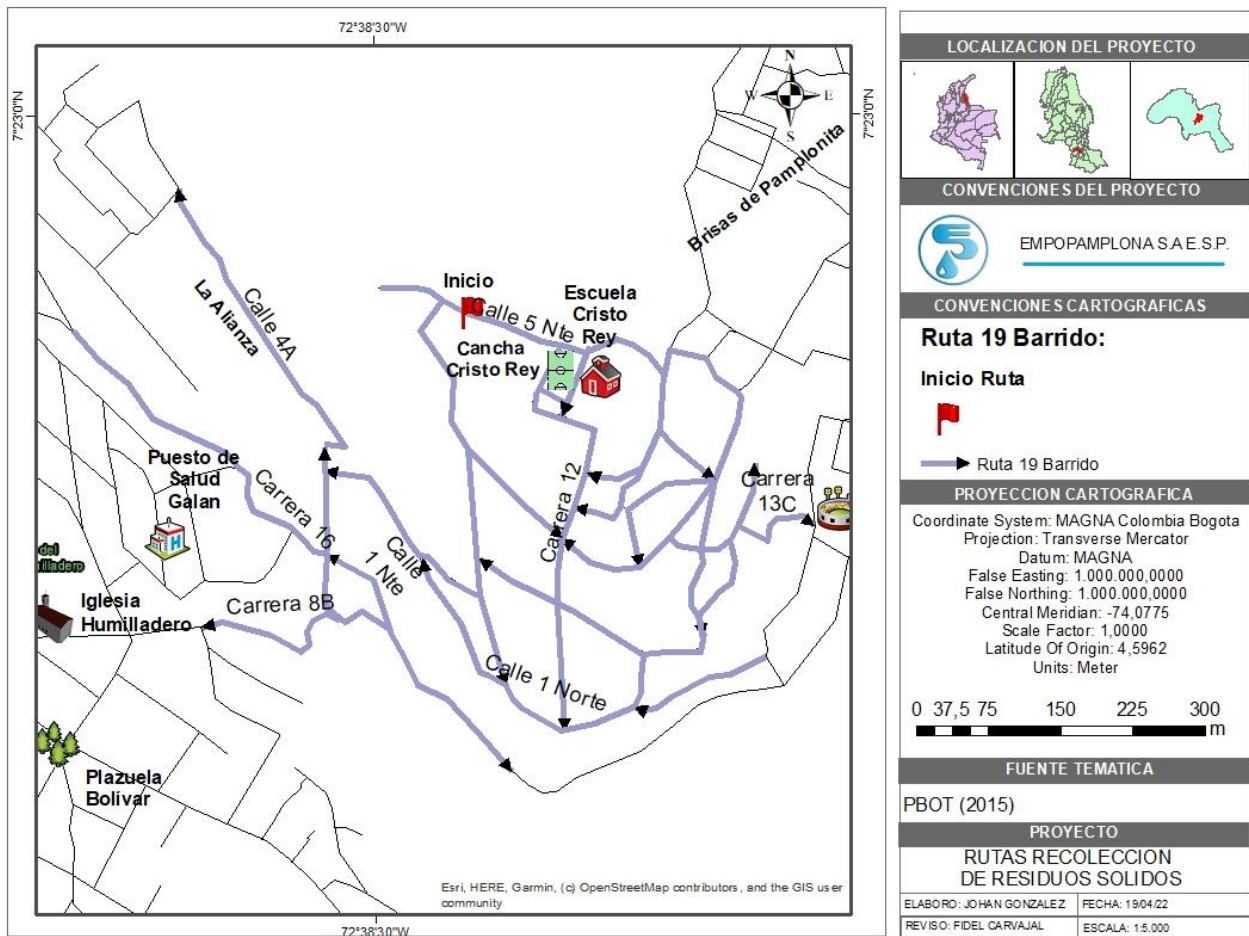


Figura 25: Ruta barrido barrio Cristo Rey.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia en Cristo Rey pasa por la parabólica de RCN, Escuela Cristo Rey, Cristo rey Parte Baja, La Nueva Alianza y sus alrededores, El primer cambio.

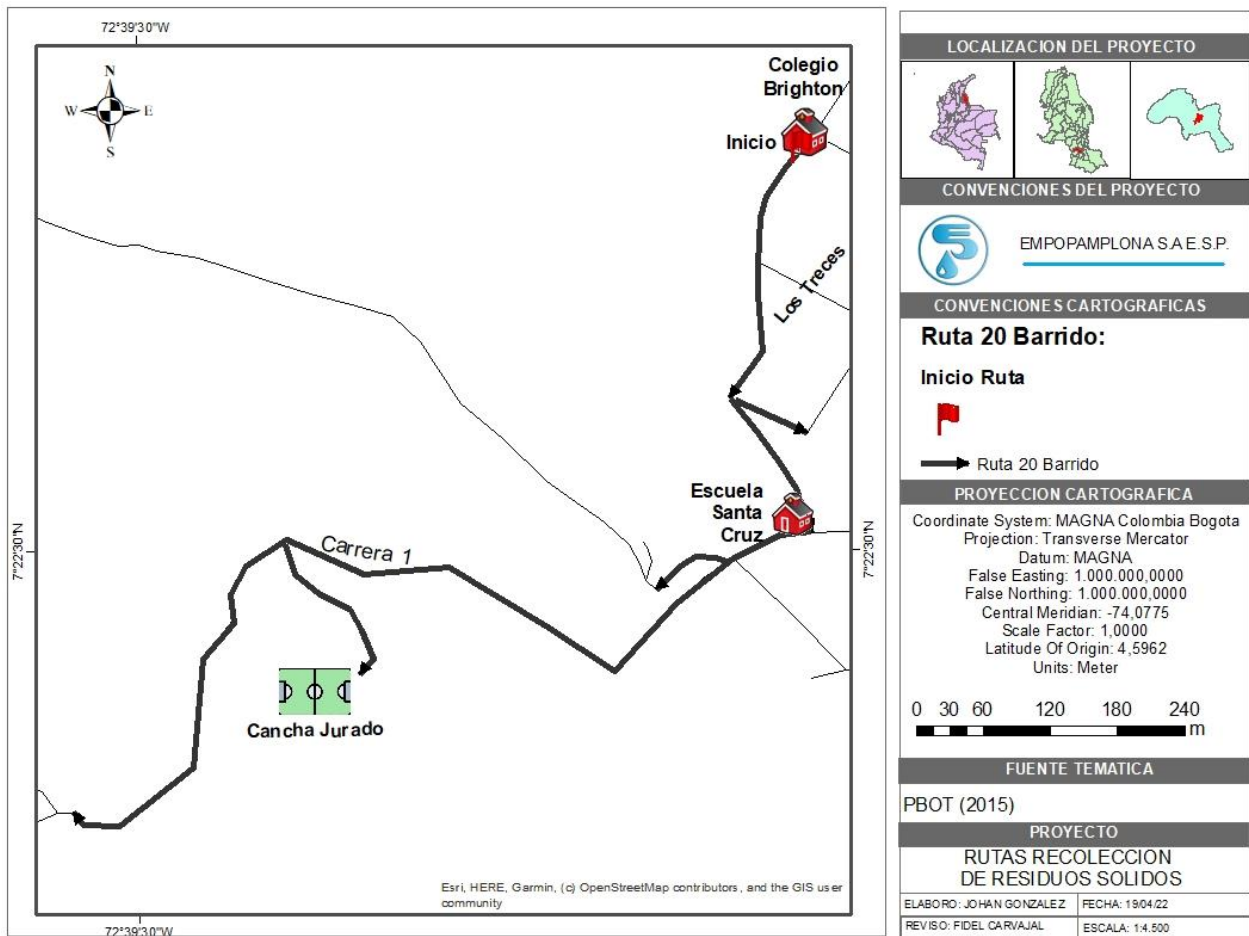


Figura 26: Ruta barrido barrio Santa Cruz.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia barrio Jurado desde la cancha hasta la Santa Cruz.

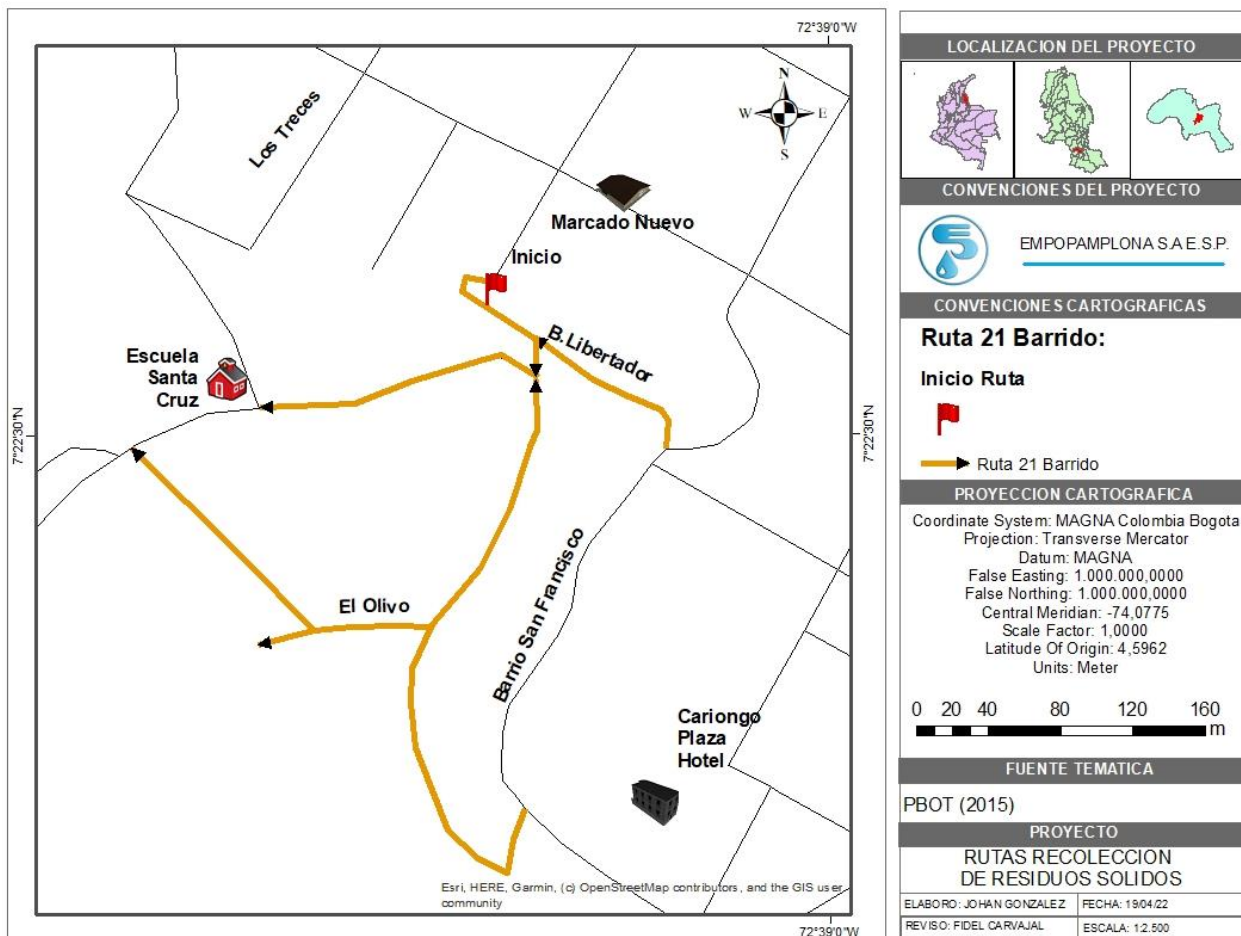


Figura 27: Ruta barrido barrio El Olivo.

Fuente: Propia (2022).

Todos los días 4:30am a 8:30am.

Inicia barrio Libertador, El Olivo arriba y abajo.

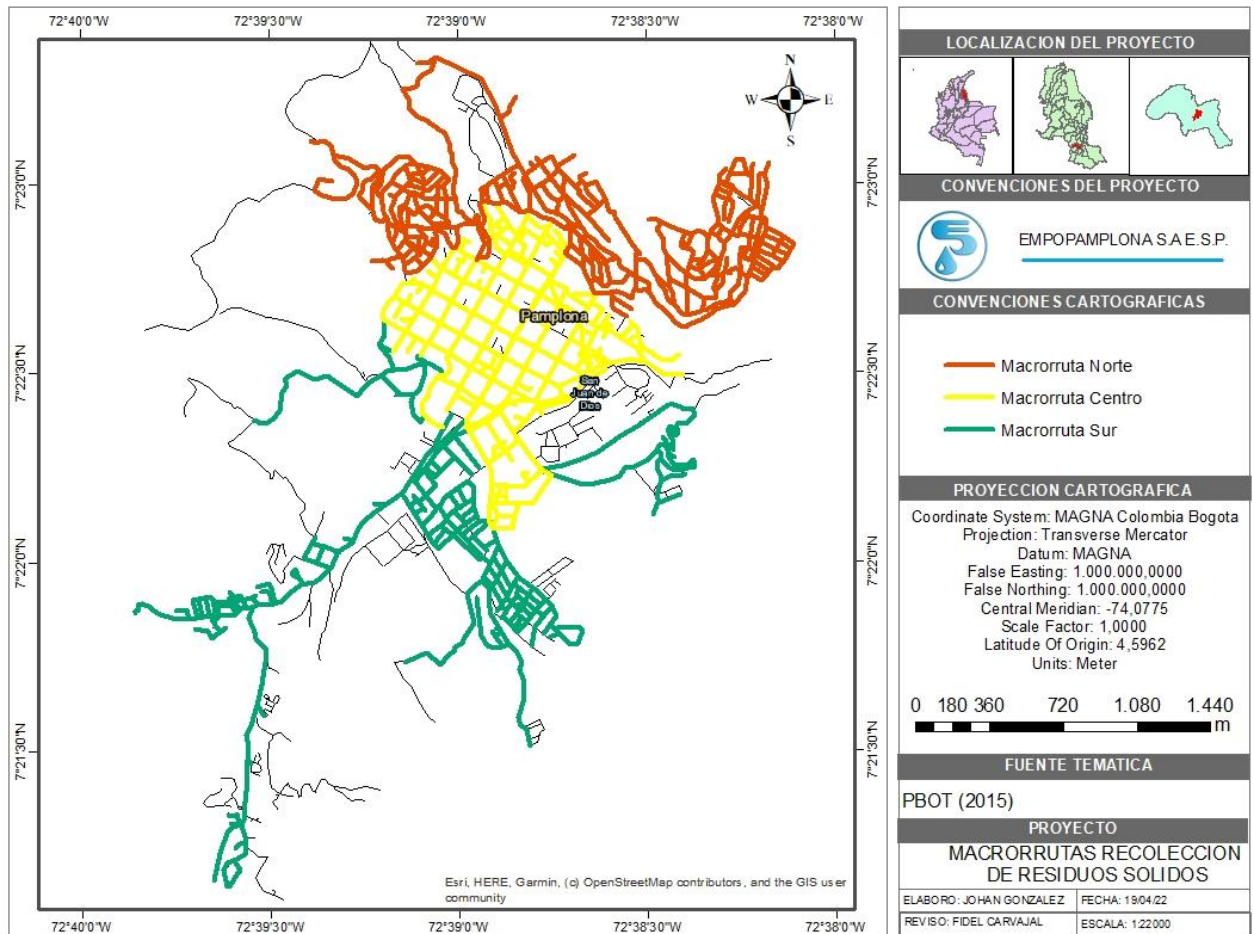


Figura 28: Mapa Macrorrutas de barrido.

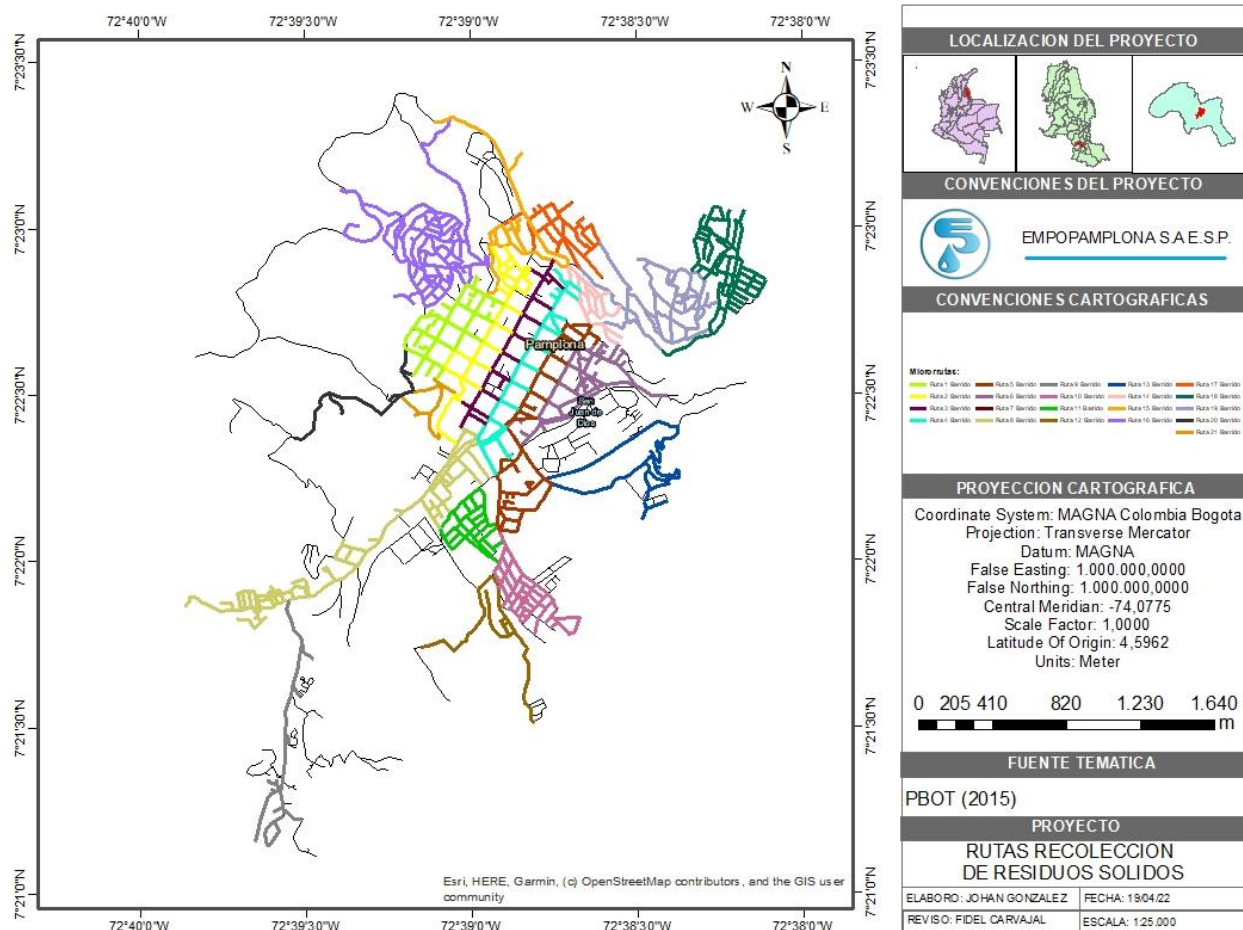


Figura 29: Mapa microrrutas barrio.

CONCLUSIONES

- Se observó una gran desactualización de las actuales rutas utilizadas en la empresa Empopamplona S.A. E.S. P ya que estas habían sido actualizadas por última vez en el año 2002 habiendo lugares faltantes que no aparecían en el ruteo por lo cual esto generaba gran desinformación al personal encargado del barrido de las calles.
- La herramienta ArcGIS fue de gran utilidad a la hora de realizar la actualización de las rutas de barrido siendo esta fácil y entendible a la hora de ejecutarla permitiendo así un gran manejo de los datos tomados en campo mediante el GPS y otras herramientas

utilizadas.

- Se generaron 23 mapas en total de rutas de barrido mediante la herramienta ArcGIS, estos añadiendo cada uno de los lugares faltantes que no estaban incluidos en el anterior mapeo realizado de estas rutas, lugares que fueron tomados con la ayuda del GPS para generar más precisión a la hora de tomar los datos los cuales posteriormente fueron exportados al programa para así poder ser modificados y generar las salidas graficas de estos.
- La herramienta ArcGIS demostró ser de gran utilidad a la hora de mapear las rutas de barrido ya que esta permite manejar de manera simple los puntos y datos recogidos durante el trabajo de campo ayudando así a que estos puedan ser mostrados con más facilidad a la comunidad en general a la hora de realizar las salidas graficas.
- Se encontraron diferentes problemáticas en las rutas 1, 2 y 3 las cuales realizan sus recorridos por el sector de la plaza de mercado principal de la ciudad, evidenciándose diferentes puntos críticos debido a la alta comercialización de productos perecederos que se realiza en esta zona, por lo cual los comerciantes de este sector recurren a arrojar estas basuras en esquinas a horas no autorizadas debido a esto fue de vital importancia reforzar estas rutas con recorridos dobles en la mañana y tarde.

Referencias Bibliográficas

Araiza Aguilar, J. A., & Zambrano, M. E. (2014). *Mejora del servicio de recolección de residuos*

sólidos. Obtenido de
<file:///F:/Users/USUARIO/Documents/PRACTICAS/ARTICULOS/46750925005.pdf>

1075, D. (05 de 2015). Obtenido de
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

A., F., & Sánchez. (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*.
 Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25

Alcaldia PBOT, c. m. (2010). *Fortul-Arauca*. Obtenido de <http://www.fortul-arauca.gov.co/>

Alvarado Prado, L. F., & Cabrera Tocas, J. B. (07 de 12 de 2020). *Alvarado Prado, Luis Fernando; Cabrera Tocas, Jhoshi Brayer*. Obtenido de
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4206>

ANGULO CORTÉS, G. I., & OSPINA RINCÓN, A. A. (2015). *DISEÑO DE RUTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS*. Obtenido de
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2483/2015gesselleangulo.pdf?sequence=12&isAllowed=y>

CAREBABARE E.S.P. (s.f.). Obtenido de <https://caribabare.gov.co/esp/historia/>

Casas, J. G. (2010). *Manual integral de residuos solidos*. Obtenido de
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>

Cherrett, M. F. (2008). *uantifying the transport impacts of domestic waste collection strategies*.
 Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25

Corona, J. (2013). *Política pública en el manejo de los desechos sólidos municipales: el caso de*

Santiago de Querétaro. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-

[49992016000300323#B25](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25)

Cusco, J., & Picon, K. (2015). “*OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS*”. Obtenido de

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21304/1/TESIS.pdf>

Edgar Pérez Arriaga, J. R. (4 de 05 de 2007). *LOS SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS*. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942908008.pdf>

EMCOAAAFOR. (s.f). *EMCOAAAFOR ESP*. Obtenido de <https://www.emcoaafor.co/historia/>

esri. (s.f.). Obtenido de [https://resources.arcgis.com/es/help/getting-](https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm)

[started/articles/026n00000014000000.htm](https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm)

esri. (s.f). Obtenido de [https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-](https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-analyst/vehicle-routing-problem.htm)

[analyst/vehicle-routing-problem.htm](https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/extensions/network-analyst/vehicle-routing-problem.htm)

Figueroa, M. (2008). *Descripcion de la etapas de almacenamiento de recoleccion y transporte de residuos solidos*. Obtenido de

<https://repositorio.unisucree.edu.co/bitstream/001/297/2/628.44F475.pdf>

GIRALDO, L. M., & LÓPEZ, M. A. (2015). *ESTIMACIÓN DE RUTAS Y TIEMPOS DE RESPUESTA DE LOS ORGANISMOS DE SOCORRO EN LA CIUDAD DE*

MANIZALES, APOYADO EN. Obtenido de

[http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2495/Castellanos_](http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2495/Castellanos_Laura_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

[Laura_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2495/Castellanos_Laura_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Izquierdo, A. G., & David Bernad Beltrán, M. D. (2010). *DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA*

SIG PARA LA RECOGIDA. Obtenido de https://www.aepro.com/files/congresos/2010madrid/ciip10_1126_1142.2850.pdf

Manual de recoleccion y transporte de residuos solidos. (2017). Obtenido de <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/03-Recolecci%C3%B3n-y-Transporte-RS.pdf>

Marquez, J. (s.f). *MACRO Y MICRO RUTEO DE RESIDUOS SÓLIDOS RESIDENCIALES*. Obtenido de <https://repositorio.unisucra.edu.co/bitstream/001/299/2/628.442M357.pdf>

Ministerio de Ambiente, V. y. (2004). *Guia Ambiental*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/>

MUNICIPAL, PLAN DE DESARROLLO. (2020-2023). Obtenido de <http://www.tame-arauca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionControl/Plan%20de%20Desarrollo%20Municipal%202020-2023.pdf>

OCDE. (2007). *Guidance manual for the implementation of the OECD recommendation C(2004)100 on Environmentally Sound Management (ESM) of waste*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25

OCDE. (2014). *Waste management services 2013, DAF/COMP*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B32

OECD. (2004). *Addressing the economics of waste*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25

OPS. (1991). *Guías para el desarrollo del sector de aseo urbano en Latinoamérica y el Caribe*.

Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25

PBOT, D. D. (2019). Obtenido de

<https://sigotvg.igac.gov.co:8090/sigotpot/archivos/;jsessionid=6479A751F7BA1FEA7B2D66F496962E6E/Cap%C3%ADtulo%201%20Planificaci%C3%B3n%20-%20Libro%203%20Diagn%C3%B3stico%20-%20An%C3%A1lisis.pdf>

Pecoario, S. (2018). *Gestion de residuos Urbanos* . Bogotá: Ediciones de la U.

Pineda Lopez, L. M., & Aranda Rivera, C. (2017). *DISEÑO DE UN MODELO DE RECOLECCIÓN DE LAS RUTAS SELECTIVAS DE LOS*. Obtenido de <file:///F:/Users/USUARIO/Downloads/1049630220.pdf>

Puerta, E. (1 de 05 de 2004). *Los residuos sólidos municipales*. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/695/69511009.pdf>

RAS. (2000). Obtenido de

<http://www.ceo.org.co/images/stories/CEO/ambiental/documentos/Normas%20ambientales/1990-2000/2000/Resolucion%201096%20de%202000%20-%20Titulo%20F.pdf>

RESPEL. (2018). *RESPEL*. Obtenido de

<https://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/2018/02/12/residuos-no-peligrosos-en-chile/#:~:text=Por%20residuo%20NO%20peligroso%20o,biodegradables%2C%20ni%20afectan%20negativamente%20a>

Rojas, C. C. (2014). *Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos urbanos en el municipio de Mexicali, México: Retos para el logro de una planeación sustentable*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25

Sancho Jaime. (s.f). *MANUAL TÉCNICO SOBRE GENERACIÓN RECOLECCIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS MUNICIPALES*. Obtenido de <http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicoSobreGeneracionRecoleccion.pdf>

SEDESOL. (2001a). *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323#B25

Servicio de recoleccion EAAAZ. (s.f). Obtenido de <https://eaaaz.com.co/nuestros-servicios/aseo/recoleccion/servicio-de-recoleccion/>

Soto, A. (26 de 02 de 2020). *AGRONEGOCIOS*. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/clima/solo-el-17-de-los-residuos-solidos-de-colombia-son-reciclados-advirtio-el-dnp-2970019>

Zapata Liliana, H. G. (2008). *APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS EN COLOMBIA*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

(DANIELA & Cifuentes Palacios, 2021). *DISEÑO DE MACRO-RUTAS DE RECOLECCIÓN PARA RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE FACATATIVÁ*. UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3760/Diseño%20De%20Macro-Rutas%20De%20Recolección%20Para%20Residuos%20Sólidos%20Aprovechables%20>

En%20El%20Área%20Urbana%20Del%20Municipio%20De%20Facatativá.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Empopamplona. (2010). Empopamplona. <https://www.empopamplona.com.co/wp-content/uploads/2020/09/Resena-Historica-EMPO.pdf>