

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACIÓN, ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA EMPRESARIAL

### CARRERA DE LOGÍSTICA

Tema: “El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniero en Logística

AUTORES: Casco Inuca Wilson Xavier  
Punina Morales Paúl Ramiro

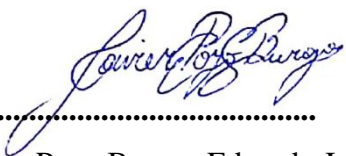
TUTOR: Ing. Eduardo Javier Pozo Burgos Msc.

Tulcán, 2019

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Casco Inuca Wilson Xavier con el número de cédula 1003985957 ha elaborado el trabajo de titulación: “El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística”

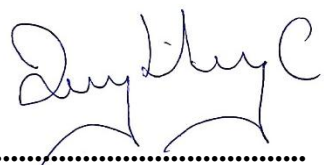
Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



f.....

Ing. Pozo Burgos Eduardo Javier Msc

**TUTOR**



f.....

Econ. Heredia Campaña Argenis Lissander Msc

**LECTOR**

Tulcán, septiembre de 2019

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Punina Morales Paúl Ramiro con el número de cédula 1804666996 ha elaborado el trabajo de titulación: “El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística”

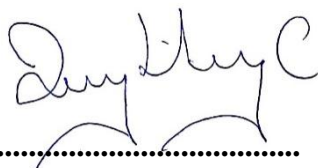
Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



f.....

Ing. Pozo Burgos Eduardo Javier Msc

**TUTOR**



f.....

Econ. Heredia Campaña Argenis Lissander Msc

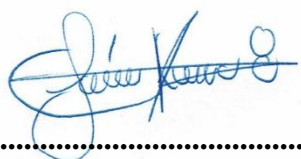
**LECTOR**

Tulcán, septiembre de 2019

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Casco Inuca Wilson Xavier con cédula de identidad número 1003985957 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

Casco Inuca Wilson Xavier

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2019

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Punina Morales Paúl Ramiro con cédula de identidad número 1804666996 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



f.....

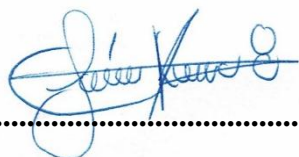
Punina Morales Paúl Ramiro

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2019

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Casco Inuca Wilson Xavier declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....  
Casco Inuca Wilson Xavier  
AUTOR

Tulcán, septiembre de 2019

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Punina Morales Paúl Ramiro declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Punina Morales Paúl Ramiro

AUTOR

Tulcán, septiembre de 2019

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profundo agradecimiento a los docentes de la escuela de logística y transporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por haber compartido sus conocimientos día a día en nuestra formación profesional, especialmente, al Msc. Javier Pozo tutor de proyecto de investigación por su valioso apoyo y paciencia durante la investigación.

De igual manera mis agradecimientos a mi compañero de investigación Ramiro Punina por sus esfuerzos, aportes, dedicación, apoyo incondicional y amistad en el cumplimiento de la meta propuesta. A mis buenos compañeros y amigos por todos los momentos compartidos, consejos brindados, dentro y fuera de las aulas.

Finalmente, mi sincero agradecimiento a la municipalidad de Tulcán, quienes abrieron sus puertas para realizar la investigación al Ing., Porfilio Paredes, quien nos permitió la accesibilidad a la información en cuanto a la recogida de desechos y así poder llevar a cabo este proyecto.

***Wilson Xavier Casco Inuca***

Agradezco a mi tutor Msc. Javier Pozo quien ha sido un estupendo guía, por el tiempo dedicado, por el seguimiento y apoyo durante este proceso de elaboración y culminación de este proyecto.

A mi compañero Wilson Casco con quien desarrollamos este trabajo, de quien recibí toda su cooperación y buena voluntad para cumplir con los objetivos planteados.

Al honorable municipio de la ciudad de Tulcán, por abrirnos las puertas y brindarnos toda la información necesaria para llevar a cabo esta investigación.

A mis amigos, quienes hicieron que mi estancia en esta ciudad sea amena y alegre, por apoyarme en las adversidades y por haberme acompañado siempre gracias.

***Paúl Ramiro Punina Morales.***

## **DEDICATORIA**

Este gran logro de mi vida se lo dedico con todo mi amor y afecto a Dios, a mis padres, a mis hermanos, quienes son mi gran motivación de superación y esfuerzo.

A Dios por guiar y cuidar mi camino, por los padres y hermanos que me ha dado de quienes siempre he recibido sus buenos deseos, consejos y apoyo incondicional en los momentos difíciles, por el esfuerzo y sacrificio de mis padres para hacer de su hijo una mejor persona, por la confianza puesta en mí, por todo esto he tenido el coraje y las fuerza para cumplir con mis objetivos.

Finalmente dedico esta investigación a familiares y grandes amigos, que han estado siempre presentes apoyándome en los buenos y malos momentos con sus consejos y palabras de aliento para seguir adelante y cumplir exitosamente con esta meta.

***Wilson Xavier Casco Inuca***

## **DEDICATORIA**

A mis padres Ramiro y Mariana, por su amor y apoyo incondicional durante estos años, por ayudarme a cumplir todos mis sueños y motivarme a ser mejor y superarme cada día, esto es por y para ustedes.

A mi pequeño hijo Andrew, quien llego a cambiar mi vida y ha sido mi inspiración y fortaleza para culminar con éxito mi carrera.

A mi esposa y compañera de vida Alison, por ser mi soporte y por todo el amor y paciencia que me brinda.

A mis hermanos Lissette, Gabriel y mi sobrina Amy, quienes han sido un soporte esencial para terminar con éxito este largo camino, gracias por cariño.

A mis abuelos Hilda y Hugo, por estar pendientes de una forma u otra de mí y de mi familia.

***Paúl Ramiro Punina Morales.***

## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| I. PROBLEMA .....  | 19 |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                                 | 19 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....                                  | 21 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN .....   | 21 |
| 1.4. DELIMITACIÓN .....  | 25 |
| 1.5. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....                    | 26 |
| 1.5.1. Objetivo General.....   | 26 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos .....                                   | 26 |
| II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....                                     | 27 |
| 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....                               | 27 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO .....   | 29 |
| 2.2.1. Sistema de recogida .....                                     | 29 |
| 2.2.2 La Gestión Logística.....                                      | 33 |
| 2.2.3 Sistema de información geográfica SIG .....                    | 37 |
| 2.2.3.1 Análisis De Redes Usando <i>ArcGIS Network Analyst</i> ..... | 38 |
| III. METODOLOGÍA.....  | 47 |
| 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....                                      | 47 |
| 3.1.1. Enfoque Cuantitativo.....                                     | 47 |
| 3.1.2. Tipo de Investigación .....                                   | 47 |
| 3.2. IDEA A DEFENDER.....  | 50 |
| 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....              | 51 |
| 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....  | 55 |
| 3.1.4.1. Observación directa .....                                   | 55 |
| 3.4.1.2. Utilizando un sistema VRP .....                             | 55 |
| 3.5. JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....                            | 56 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.5.1. Recolección de información .....  | 56  |
| 3.5.2. Procesamiento de la información. ....   | 57  |
| 3.5.3. Producto.....   | 57  |
| 3.6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....   | 57  |
| 3.6.1. Recolección de la información .....   | 58  |
| 3.6.2. Procesamiento de la información .....   | 58  |
| 3.6.3. Proceso para la información de resultados .....                                   | 64  |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....  | 66  |
| 4.1. RESULTADOS .....  | 66  |
| 4.1.1 Información de sistema actual .....  | 66  |
| 4.1.2. Zonificación actual de la ciudad de Tulcán para la recogida de desechos sólidos . | 67  |
| 4.1.3. Rutas actuales en cada una de las zonas .....                                     | 73  |
| 4.1.4. Generación de rutas óptimas para cada zona.....                                   | 82  |
| 4.2. DISCUSIÓN .....   | 91  |
| 4.2.1. Comparación de rutas actuales con las propuestas.....                             | 91  |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....  | 96  |
| 5.1. CONCLUSIONES .....  | 96  |
| 5.2. RECOMENDACIONES.....  | 98  |
| IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 99  |
| V. ANEXOS .....  | 103 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1:Despliegue del ciclo PHVA .....                    | 34 |
| Figura 2:Análisis De Redes ArcGIS Network Analyst .....     | 39 |
| Figura 3:Visitas Deposito .....                             | 41 |
| Figura 4:Breaks .....                                       | 42 |
| Figura 5:Rutas .....  | 43 |
| Figura 6:Route seed points .....                            | 43 |
| Figura 7:Renovación de Rutas.....                           | 44 |
| Figura 8:Especialidades .....                               | 45 |
| Figura 9:Pares de orden .....                               | 45 |
| Figura 10: Zonificación actual de la ciudad de Tulcán ..... | 67 |
| Figura 11:Cobertura zona Norte .....                        | 69 |
| Figura 12: Cobertura zona Centro Norte .....                | 70 |
| Figura 13:Cobertura zona Centro .....                       | 71 |
| Figura 14:Cobertura zona Centro Sur.....                    | 72 |
| Figura 15:Cobertura zona Sur.....                           | 73 |
| Figura 16: Recorridos zona Norte .....                      | 75 |
| Figura 17:Recorridos zona Centro Norte.....                 | 76 |
| Figura 18: Recorridos zona Centro.....                      | 78 |
| Figura 19: Recorridos zona Centro Sur .....                 | 79 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Operacionalización de variables: Variable Independiente .....                 | 51 |
| Tabla 2: Operacionalización de variables: Variable Dependiente.....                    | 53 |
| Tabla 3: Reglas de líneas .....  | 59 |
| Tabla 4: Codificación de sentido de vías .....   | 60 |
| Tabla 5: Límites de velocidad permitidos .....   | 61 |
| Tabla 6: Parámetros adicionales .....  | 62 |
| Tabla 7: Superficie y población por zona.....  | 68 |
| Tabla 8: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Norte .....        | 68 |
| Tabla 9: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Centro Norte ..... | 70 |
| Tabla 10: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Centro .....      | 71 |
| Tabla 11: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Centro Sur.....   | 72 |
| Tabla 12: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Sur .....         | 73 |
| Tabla 13: Vehículo -Ruta Norte .....   | 76 |
| Tabla 14: Vehículo - Ruta Centro Norte .....   | 77 |
| Tabla 15: Vehículo - Ruta Centro.....  | 78 |
| Tabla 16: Vehículo - Ruta Centro.....  | 80 |
| Tabla 17: Vehículo – Ruta Sur .....  | 82 |
| Tabla 18: Datos de simulación zona Norte.....  | 84 |
| Tabla 19: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Norte.....                    | 85 |
| Tabla 20: Datos de simulación zona Centro Norte.....                                   | 86 |
| Tabla 21: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Centro Norte.....             | 86 |
| Tabla 22: Datos de simulación zona Centro .....  | 87 |
| Tabla 23: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Centro.....                   | 87 |
| Tabla 24: Datos de simulación zona Centro Sur .....                                    | 88 |
| Tabla 25: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Centro Sur .....              | 89 |
| Tabla 26: Optimización ruta simulada Centro Sur .....                                  | 89 |
| Tabla 27: Datos de simulación zona Sur .....   | 90 |
| Tabla 28: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Sur .....                     | 91 |
| Tabla 29: Optimización ruta simulada Sur .....   | 91 |
| Tabla 30: Total longitud - Tiempo (Rutas actuales).....                                | 93 |
| Tabla 31: Total longitud - Tiempo (Rutas propuesta) .....                              | 93 |
| Tabla 32: Datos generales zonas .....  | 93 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1:Manual de ArcGIS Map para enrutamiento de vehículos (VRP)).....             | 103 |
| Anexo 2:Fichas de observación aplicadas en la investigación (ejemplo ficha 1) ..... | 140 |

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó con el único fin de mejorar la gestión logística mediante una propuesta diferente a la que se ha utilizado en la municipalidad de Tulcán, para lo cual se utilizó la herramienta Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitió gestionar la información recopilada para poderla organizar, administrar, analizar y compartirla, con el objetivo de optimizar y mejorar las operaciones de recogida de desechos sólidos en la ciudad.

La primera etapa del estudio fue la recopilación de la información y diagnóstico de la situación actual del sistema de recogida, mediante la documentación y observación de campo, en la cual se identificó método de recogida, y en sí, la operación de los vehículos relectores, tales como; Rutas de recogida, frecuencias, tiempos y capacidad de recogida a fin de obtener una propuesta sostenible con escenarios beneficiosos del existente.

La propuesta que se plantea en el estudio optimiza longitudes y tiempos operativos de recogida, brinda un mejor servicio a los usuarios a través de nuevas rutas estratégicas, con el objetivo de cubrir las zonas habitadas en un 100%.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica, Recogida, Logística, Rutas

## ABSTRACT

This research was carried out with the sole purpose of improving logistics management through a different proposal than the one used in the municipality of *Tulcán*, for which the Geographic Information Systems (GIS) tool was used to manage the information collected to be able to organize, manage, analyze and share it, in order to optimize and improve solid waste collection operations in the city.

The first stage of the study was the collection of information and diagnosis of the current situation of the collection system, through documentation and field observation, in which the collection method was identified, and in itself, the operation of the relay vehicles, such as; Collection routes, collection frequencies, collection times and collection capacity in order to obtain a sustainable proposal with beneficial scenarios of the existing one.

The proposal presented in the study optimizes collection lengths and operating times, provides better service to users through new strategic routes, with the aim of covering the inhabited areas by 100%.

**Keywords:** Geography Information System, Pick up, Logistics, Routes

## INTRODUCCIÓN

Mediante un sistema de recogida de desechos y residuos sólidos en las ciudades de Ecuador, como también las de otros países, se realiza esta actividad con el fin de mantener los espacios limpios, además de que se aporta con el cuidado del medio ambiente, se reduce el índice de enfermedades causados por la insalubridad de estos espacios en donde se encuentra todo tipo de basura desperdigada.

La principal problemática es que en la ciudad se genera alrededor de 53 toneladas diarias de basura, demanda que se busca atender en la ciudad además de mejorar y dar un buen servicio a más población a las que por su ubicación son dejadas en el olvido, el vehículo no pasa para retirar la basura de estos sitios y poder mantener la higiene adecuada.

El presente trabajo cuyo tema de investigación es el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos y gestión logística de la ciudad de Tulcán en el año 2018, donde se obtuvo información relevante que permitió conocer el estado actual de su manejo, como también proponer nuevos sistemas de recolección en beneficio de la ciudadanía y del sistema de recogida de la ciudad de Tulcán mediante un nuevo diseño de rutas, dentro de las que también se realizó la zonificación de la ciudad en cinco zonas, que fueron establecidas con la ayuda de herramientas informáticas GIS, instrumentos GPS y un software de análisis de redes ArcGIS.

Los resultados obtenidos en la simulación a comparación de las rutas actuales de la ciudad indican que en su mayoría tienen factibilidad ya que se reduce el tiempo y longitud de recogida por lo cual se pudo constatar que con la propuesta si hay optimización, un ejemplo claro es que de siete rutas actuales que se recorrían en la ciudad estas bajarían a 5 mediante la simulación realizada.

La información se presenta de la siguiente forma:

Capítulo I: se presenta el planteamiento del problema, la formulación del problema, justificación, delimitación, objetivos y preguntas de investigación.

Capítulo II: se presenta información útil relacionada a las dos variables como es el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de Tulcán y gestión logística

Capítulo III: se presenta el enfoque metodológico, los tipos de investigación, Idea a defender, la definición y operacionalización de variables, los métodos utilizados para la recolección de información y los recursos.

Capítulo IV: se presenta la interpretación de resultados y la discusión.

Capítulo V: se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación,

## I. PROBLEMA

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador se muestra una tendencia en relación a la separación de residuos. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el 2016, el 41,46% de los hogares lo hicieron. Un año antes fue el 39,40% y en el 2014 la cifra alcanzó el 38,34%. En Quito, entre los programas de reciclaje están los Centros de Educación y Gestión Ambiental (CEGAM). María Caridad Chacón, líder de comercialización de la Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos, explica que hasta ese lugar los materiales llegan de cuatro formas. La primera es a través de los puntos limpios, también están los mayores productores que entregan los materiales, la recogida a pie de vereda y la compra a otros recicladores. El material en los CEGAM es acopiado, limpiado, compactado y finalmente se lo vende a las industrias. Si los materiales que pueden ser reciclados son desechados junto a la basura común pueden ser rescatados en la estación de transferencia del norte, pero es más probable que terminen en el relleno (Alarcón, 2017).

En la capital carchense se recogen a diario 45 toneladas de basura, según el director de Gestión Ambiental y Riesgos del GAD Municipal de Tulcán, Miguel Montenegro. “El 80 % son orgánicos y el resto inorgánicos”. Los desechos son depositados en el relleno sanitario de La Palizada, ubicado en la vía que conduce al complejo La Merced, donde también se asienta el Colegio Militar, al nororiente de la urbe así mismo se menciona que existen aproximada 60 obreros que trabajan en el barrido y recogida de basura en la ciudad, Tulcán está dividido en cinco zonas para la recogida y dieciocho zonas en barrido (La Hora , 2017).

Por otro lado, se menciona que los habitantes ensucian demasiado la ciudad, el funcionario pide a los ciudadanos cambiar de actitud, se añade también problemáticas en el pago de la tasa por la recogida de basura estaría generando un significativo déficit en el Municipio de Tulcán. Según Montenegro (2018), director de Gestión Ambiental Municipal únicamente se recupera un 30 % del valor real del servicio. Esta prestación ha sido objeto de críticas por parte de la ciudadanía, que demanda mayor efectividad y eficacia, sin embargo Robles, alcalde de Tulcán, explica que se ha optimizado el servicio, pero que es necesario hacer una revisión a la tarifa

base, que bordea los 85 centavos de dólar por mes, para mejorar y modernizar la red de acopio de los desechos sólidos.

La contaminación ambiental, es un problema que afronta toda ciudad debido al crecimiento poblacional, comercial e industrial que producen desechos de diferentes características a esto se le suma el manejo inadecuado. A causa de estos factores se genera problemas de salud en la población, enfermedades y focos infecciosos, por lo que es un deber y obligación de las autoridades locales velar y garantizar la salud tanto de los ciudadanos como la higiene de los espacios públicos. (La Hora , 2017).

No solo de la perspectiva medioambiental, el manejo y una correcta disposición de los desechos y residuos, es un problema para toda localidad, esto habla mucho de la imagen y cultura de la ciudad así como de sus habitantes, por esta razón es apropiado que se estructure de manera técnica un adecuado sistema de recogida, en el que se tomen en cuenta factores como la población, la producción y el tipo de desechos, identificar claramente estos parámetros ayudará a establecer que sistema óptimo se debe utilizar, estas estrategias no solo beneficiaran a todos los que intervienen en el servicio de recogida, sino también optimizará costos y tiempos a la administración.

La era tecnológica sin duda brinda una importante aportación en todos los sectores, destacando que en pleno siglo XXI gracias a los avances tecnológicos se pueden dar soluciones a muchos problemas que se creían irremediables, pero no se ha podido revertir el impacto ambiental ocasionado hasta la actualidad, la gestión ambiental no ha sido una de las zonas más beneficiadas con el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en pro de buscar el cuidado del medio ambiente, esto se debe al descuido de las autoridades al no generar y aplicar normas ambientales y en otros casos a no hacer cumplir dichas normas, así como la escasa cultura ambiental por parte de la población.

Un eje de apoyo fundamental dentro de muchas secciones es la logística, y en la gestión ambiental no puede ser aislada con el fin de satisfacer y garantizar la disponibilidad de los desechos y residuos sólidos en tiempo y lugar de forma óptima, ésta aporta ventajas como la reducción de costos, eficiencia y eficacia de la gestión, mejora del servicio y satisfacción de los clientes en este caso la población.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué gestión logística mejorará el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos en la ciudad de Tulcán, en el periodo 2018?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Desde la era de la industrialización y globalización el hombre hace uso excesivo de los recursos naturales, explotándolos sin control, de un planeta que no le pertenece buscando el beneficio propio, se ha dejado de lado el cuidado y bienestar del medio ambiente, al pasar los años se reflejan y son notorios los efectos de la irresponsabilidad social con el medio ambiente, el cual como elemento indispensable representa salud y vida tanto de la población humana como de la flora y fauna.

El estudio del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos se efectuará con el fin de proponer mejoras en su gestión integral en beneficio de la población y de sectores con limitaciones de este servicio básico, con el propósito de realizar un manejo adecuado de los desechos, impidiendo efectos negativos que perturban a la calidad de vida del pueblo y mejorando imagen y salubridad de la ciudad de Tulcán. La presente investigación tuvo como fin proponer soluciones a beneficio de la población en general, tanto a sectores con más nivel de comercio, donde se generan más desecho por la actividad que se realiza en el lugar. En busca de dar soluciones a dicha problemática es indispensable la cooperación de las autoridades locales y sectoriales, para desarrollar un sistema integral de recogida de residuos y desechos sólidos con optimización y uso eficiente de los recursos.

En el Ecuador se ha establecido Normas y Leyes de Regulación y Control, en este caso la Normativa Ambiental que protege la situación del medio ambiente, además busca que la ciudadanía viva en un entorno saludable, por lo cual los municipios del país deben regirse y cumplir con la normativa ambiental siguiente:

Art. 224- Objeto. La gestión integral de los residuos y desechos está sometida a la tutela estatal cuya finalidad es contribuir al desarrollo sostenible, a través de un conjunto de

políticas intersectoriales y nacionales en todos los ámbitos de gestión, de conformidad con los principios y disposiciones del Sistema Único de Manejo Ambiental.

Art. 225.- Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para las instituciones del Estado, en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como para las personas naturales o jurídicas, las siguientes políticas generales:

1. El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente;
2. La responsabilidad extendida del productor o importador;
3. La minimización de riesgos sanitarios y ambientales, así como fitosanitarios y zoonosológicos;
4. El fortalecimiento de la educación y cultura ambiental, la participación ciudadana y una mayor conciencia en relación al manejo de los residuos y desechos;
5. El fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación;
6. El fomento de la investigación, desarrollo y uso de las mejores tecnologías disponibles que minimicen los impactos al ambiente y la salud humana;
7. El estímulo a la aplicación de buenas prácticas ambientales, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, en todas las fases de la gestión integral de los residuos o desechos;
8. La aplicación del principio de responsabilidad compartida, que incluye la internalización de costos, derecho a la información e inclusión económica y social, con reconocimientos a través de incentivos, en los casos que aplique;
9. El fomento al establecimiento de estándares para el manejo de residuos y desechos en la generación, almacenamiento temporal, recolección, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final;
10. La sistematización y difusión del conocimiento e información, relacionados con los residuos y desechos entre todos los sectores;
11. La jerarquización en la gestión de residuos y desechos; y,

12. Otras que determine la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 226. - Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad:

1. Prevención;
2. Minimización de la generación en la fuente;
3. Aprovechamiento o valorización;
4. Eliminación; y,
5. Disposición final.

La disposición final se limitará de aquel desecho que no se puedan aprovechar, tratar, valorizar o eliminar en condiciones ambientalmente adecuadas y tecnológicamente factibles. (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, 2017).

La Autoridad Ambiental Nacional, así como los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos, promoverán y fomentarán en la ciudadanía, en el marco de sus competencias, la clasificación, reciclaje, y en general la gestión de residuos y desechos bajo este principio.

El objetivo de la gestión de residuos y desechos es reducir el impacto ambiental además de mantener un ambiente sano mediante el control y manejo adecuado de basura, por lo cual el país ha establecido normativas que se tienen que cumplir en las ciudades, lo que permite que calles y parques tengan mejor presentación ante la ciudadanía, libre de basura desperdigada que puede producir insalubridad y hasta enfermedades.

El estudio que se realizó tuvo como objeto plantear una gestión para la planificación y control del manejo y recogida de los residuos y desechos, que es parte del código orgánico que los municipios deben cumplir y regirse, como es el aseguramiento ambiental para una mejor convivencia de ciudadanía como se detalla en los siguientes artículos:

Art. 3.- Principios. – El ejercicio de la autoridad y las potestades públicas de los gobiernos autónomos descentralizados se regirán por los siguientes principios  
Sustentabilidad del desarrollo. - Los gobiernos autónomos descentralizados priorizarán las potencialidades, capacidades y vocaciones de sus circunscripciones territoriales para

impulsar el desarrollo y mejorar el bienestar de la población, e impulsarán el desarrollo territorial centrado en sus habitantes, su identidad cultural y valores comunitarios. La aplicación de este principio conlleva asumir una visión integral, asegurando los aspectos sociales, económicos, ambientales, culturales e institucionales, armonizados con el territorio y aportarán al desarrollo justo y equitativo de todo el país.

Equidad interterritorial. – La organización territorial del Estado y la asignación de competencias y recursos garantizarán el desarrollo equilibrado de todos los territorios, la igualdad de oportunidades y el acceso a los servicios públicos

“Dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados: La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable art.4 literal (d)”  
(PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010)

Los municipios para el cumplimiento de las Normativas y Códigos Ambientales cuentan con el departamento de gestión ambiental, el que se encarga de regir a empresas y pequeños negocios mediante los permisos de funcionamiento, que son otorgados previo a inspecciones donde se verifica que se cumplan y no se violen las normas ambientales, de igual manera este departamento gestiona el manejo y control del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos.

El problema se ve reflejado en la organización del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos en la ciudad de Tulcán, debido a que el servicio se lo realiza de una manera empírica y no se cuenta con un plan técnico que permita evaluar y a su vez ejecutar acciones que permitan optimizar tiempos y longitudes, además de cumplir con la demanda del usuario, el presente estudio busca establecer las zonas de recolección para la ciudad y optimizar el sistema de recogida a través de un diseño técnico de rutas, por tanto esto aportara con una gestión adecuada y el aprovechamiento del sistema de recogida a favor de la municipalidad y la ciudadanía.

#### **1.4. DELIMITACIÓN**

La presente investigación se basó en el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística en el periodo 2018.

Se manifiesta que este estudio se lo realizó cuando la recogida se la hacía por el método de acera, antes de la implementación de los contenedores en la ciudad. Para la recolección de información solamente se utilizó el sistema de posicionamiento geográfico (GPS) y fichas de observación que permitieron el desarrollo de investigación.

Para dicha investigación no se toman en cuenta los residuos peligrosos que son generados por el hospital o por los centros de salud de la ciudad.

Únicamente se presentó el diseño técnico de rutas con el fin de mejorar la gestión logística en cuanto al sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán, para ello se utilizó un software de sistema de información geográfica denominado “ArcGIS”.

Los principales beneficiarios fueron el GAD municipal de la ciudad de Tulcán y sus habitantes, ya que

por medio de esta investigación se podrá realizar o plantear rutas de recogida de desechos y residuos sólidos de una forma técnica.

## **1.5. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### 1.5.1. Objetivo General

Analizar el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y gestión logística, en el periodo 2018.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Fundamentar bibliográficamente el sistema de recogida de desechos sólidos y la gestión logística.
- Determinar el sistema actual de recogida de desechos y residuos sólidos, y gestión logística que realiza la municipalidad de la ciudad de Tulcán.
- Establecer a través de un software de sistema de información geográfica “GIS”, las rutas para la recogida de desechos y residuos sólidos que permitirá una adecuada gestión logística.

### 1.5.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo fundamentar bibliográficamente las actividades del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos que realiza la municipalidad de la ciudad de Tulcán?
- ¿Cómo determina si el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos cubre el plan del modelo de zonificación de la ciudad de Tulcán?
- ¿Mediante qué herramienta se pueden establecer rutas que permitan una adecuada gestión logística en el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La gestión de residuos es uno de los problemas críticos, debido a que generan elevados costos logísticos y requiere de mucho tiempo para poder ser gestionado de manera adecuada, como antecedente importante Rojas (2017), realizó un diagnóstico actual del manejo de residuos sólidos, así mismo determinó cuales son los residuos sólidos predominantes para la gestión; la metodología empleada consistió en establecer una población de ciudadanos contribuyentes con el pago de sus tributos ,a partir de los cuales se determinó una muestra para conocer mediante la aplicación de encuestas su parecer sobre las acciones que debían considerarse en un plan de gestión integral y como participarían, además se efectuó la recopilación de información documentada y la observación en campo de las etapas del ciclo de vida de los residuos sólidos. Los resultados señalaron deficiencias en las etapas de barrido y recogida, los indicadores determinaron una cobertura del 46% y 63.15% respectivamente, en la composición de los residuos sólidos, la materia orgánica constituye el 65.2%. Respecto a la encuesta aplicada, el 89% de la población considera que el servicio de limpieza pública va de regular a pésimo y el 93% de ellos considera que se debería formular una nueva propuesta para la mejora de la gestión de residuos sólidos municipales. Como consecuencia de la investigación, se ha elaborado la propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el distrito de Tarma de la provincia de Tarma (Perú), que prioriza la educación ambiental a través de la segregación en la fuente y el reaprovechamiento de la materia orgánica mediante la implementación de una planta piloto de compost, además de la optimización del servicio de limpieza pública en todas sus etapas.

En Tulcán así como en otras ciudades del mundo, durante años ha surgido la necesidad de crear o a su vez mejorar un sistema de recogida de desechos y residuos sólidos, y dentro del país se destaca que existen antecedentes investigativos en la Provincia del Oro, Vidal (2017) realizó una investigación con el fin de mejorar la protección eficaz del medio ambiente, formula una prevención de la contaminación a través de la conjugación de materiales y procesos o prácticas que minimizan los desechos. La investigación realizada en este proyecto se enfoca en un objetivo general, el que consiste en generar un plan de gestión para la recogida de desechos sólidos en la ciudad de Huaquillas; mediante investigación bibliográfica y entrevistas técnicas, para mejorar las condiciones de higiene y salubridad de la población. Y como objetivos

específicos el determinar los planes de gestión de recogida de desechos sólidos que existen en la ciudad de Huaquillas, sus características y alcance, evaluar estos planes a nivel mundial y latinoamericano, así como su incidencia en la salud de la población, con la finalidad de diseñar un plan de gestión de los desechos y residuos sólidos para la ciudad de Huaquillas, que reduzca el impacto de la contaminación. La información se ha obtenido mediante análisis bibliográficos e investigaciones de campo. Se han realizado entrevistas en las fuentes primarias, una amplia investigación de varias publicaciones científicas, además de la observación directa de la operatividad del fenómeno. De acuerdo a las entrevistas que se realizaron al personal del Departamento de Saneamiento Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Huaquillas, el análisis de información bibliográfica de artículos científicos y la observación directa a diferentes sectores de la Ciudad, entre esto al relleno sanitario, se determinó que Huaquillas no cuenta con ningún plan de gestión para la recogida de desechos sólidos, ya que únicamente las autoridades se han limitado a realizar la recogida diaria de los desechos, sin ninguna planificación, evaluación o proceso de mejoramiento. Se concluye que la ciudad de Huaquillas necesita un plan de gestión de recogida de los desechos sólidos optimizado. Los componentes de este plan son sectorización, diseño de rutas de recogida, establecer frecuencias de recogida, evaluación y adquisición de vehículos y equipos de recogida, entre otros. Dicho plan de gestión se puede fortalecer mediante la privatización, en casos de emergencia e incluye conferencias y charlas para la población y trabajadores, concientizando a la comunidad en general.

Como antecedente importante elaborada por Tapia, (2015) dicha investigación tuvo como objeto proporcionar una propuesta de gestión de residuos sólidos para la ciudad de Guayaquil, analizando su situación actual, a fin de facilitar un modelo sostenible del tratamiento de residuos sólidos y determinar el impacto que genera la basura en la sociedad, así como los beneficios económicos resultantes en la implementación de la propuesta para distintos escenarios, desde su situación actual hasta su estado óptimo. Se analizan los recursos existentes en la situación actual, a través de la recopilación de información y análisis de las fuentes principales, como son los hogares y los recicladores informales, utilizando la técnica de la encuesta para procesar los datos generados en programas de cálculo como Excel. Los resultados obtenidos, determinaron de forma real, que el total de la basura generada en la ciudad es de 3.133 toneladas diarias, un promedio de 5.10 kilos por hogar, de las cual 2.833 toneladas son transportadas y enterradas técnicamente en el relleno sanitario, y únicamente 300 toneladas se reciclan. La implementación

de la presente propuesta permitió generar un mejor proceso de reciclaje y beneficios económicos para la ciudad, con la participación e involucramiento del ente rector y administrador de los residuos sólidos urbanos, así también con la integración e inclusión de los recicladores informales a través de su formalización; a fin de disminuir la cantidad de residuos sólidos que terminan en el relleno sanitario, reduciéndose el vertido incontrolado de basura potencialmente reciclable y reutilizable, que permiten obtener recursos sustentables de materia prima como: papel, cartón, plástico, vidrio, metal y material compostable.

Como antecedente a nivel local Santacruz (2015) menciona que utilizó herramientas de Sistemas de Información Geográfica-SIG para optimizar las rutas de recogida de los residuos sólidos municipales generados en el sector urbano del Cantón Tulcán, cuya empresa responsable de la recogida es la Empresa Municipal de Aseo de Tulcán-EMAT. La metodología planteada se basó en recomendaciones técnicas, herramienta SIG, información del parque automotor existente, análisis de redes viales de la ciudad para la generación de nuevas rutas. Las rutas optimizadas, reducen los costos operativos de recogida, mejorarán el servicio a los usuarios, debido a que se disminuye las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, porque se acortarán los viajes de los camiones recolectores desde su salida hasta su llegada al relleno sanitario y tienen como objetivo cubrir el 100% de los usuarios.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Sistema de recogida**

Es el conjunto de medios y procedimientos mediante el cual se realiza la recogida de desechos, esta empieza desde el momento que los desechos son recogidos en un punto para ser transportados hasta su disposición final donde recibe su debido tratamiento, sistema que está conformado con vehículos recolectores, contenedores e instalaciones de acopio donde se lleva a cabo procedimientos de separación de acuerdo a sus características. El tipo de sistema de recogida es de acuerdo al modelo de separación que se utiliza en dichos desechos (Ministerio para la transición Ecológica, 2016).

#### 2.2.1.1 Recogida

Es la acción mediante la cual se recoge o retira algo con el fin de disponerlo u ordenarlo, ejemplo al momento de levantar un objeto del suelo. (Coelho, sf)

#### 2.2.1.2 Recolección

Recolección es la actividad de reciclaje (esto es un proceso que se lo realiza con el fin de volver a reutilizar algún tipo de material). El reciclaje tiene como fin dar un nuevo uso a materiales ya utilizados, esto ayuda a reducir el consumo de recursos del planeta además de reducir la contaminación ambiental. (Pérez & Gardey, 2010)

#### 2.2.1.3 Desechos o residuos sólidos

Los desechos son todo tipo de materia que necesitan ser eliminados, los que se producen diariamente por actividades que realizan las personas dichos objetos no tiene ningún valor, la composición de estos depende de acuerdo al origen y propiedades que tengan, ya que varios desechos son más indeseables que otros. (Planética, 2011)

Para la descomposición de materiales que no son aprovechables, este se agrupa dependiendo el grado de riesgo y se coloca en sitios específicos que ayude a su desintegración como son tiraderos, vertederos, rellenos sanitarios etc. Impidiendo así que provoquen daños humanos y ambientales. (Planética, 2011)

#### 2.2.1.4 Manejo de residuos sólidos

Realizar el manejo adecuado de los residuos sólidos comunes, mediante la separación en la fuente, recogida, almacenamiento y entrega a empresas de servicios públicos y/u organizaciones de reciclaje, para controlar los impactos ambientales asociados a estos. (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2018)

La elevada generación de residuos sólidos al pasar del tiempo ha empezado a preocupar a la población por cual los procesos de desintegración se lleven a cabo de una manera correcta,

ayudando por tanto a prevenir los grandes problemas ambientales y de salud. En este sentido se puede considerar al reciclaje como método esencial para evitar el consumo excesivo de energía y agua para su procesamiento. (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2018)

El reciclaje es un proceso que consiste en obtener un nuevo producto a partir de materiales ya en desuso o utilizados. De modo que dicho cambio alarga el ciclo de vida del elemento, favoreciendo así al medio ambiente al generar menos residuos e incluso ahorrando materiales y disminuyendo el consumo de materia prima que serviría para la obtención de nuevos productos. (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2018)

### 2.2.1.3 Clasificación de desechos o residuos

#### 2.2.1.3.1 Residuo orgánico

Son todos aquellos elementos provenientes de seres vivos que deban eliminarse, es decir son desechos de origen biológico. Ejemplo; restos de frutas, verduras, residuos de alimentos generados en el hogar entre otros. (Planética, 2011)

#### 2.2.1.3.2. Residuo inorgánico

Todo tipo de desecho que ha sido industrializado o fabricado mediante algún proceso de manera artificial, como, por ejemplo; los plásticos, las telas o los vidrios. (Planética, 2011)

#### 2.2.1.3.3. Residuos peligrosos

Son desechos considerados como peligrosos por su composición puesto que son susceptibles a producir daño al medio ambiente como a la persona, por ejemplo; los desechos que producen toxicidad, riesgo de inflamabilidad, reactividad química, infección biológica, corrosividad, explosividad o radioactividad. (Planética, 2011)

#### 2.2.1.4 Métodos de Recogida

Los métodos de recogidas de desechos dependen según el tipo de actividad que se realiza al momento de retirar los desechos de ciertos puntos, donde se ha depositado o puesto a disposición por los usuarios para su respectivo retiro y vaciado en el vehículo recolector por parte de los operarios, para ser trasladados a un almacén o disposición final donde se realiza su respectivo tratamiento. (Lo, 2013).

##### 2.2.1.4.1 Tipos de métodos recogida

Los métodos de recogida se aplican acorde a necesidades y características de la ciudad, que tiene como propósito acoplar el mejor método a las condiciones de la ciudad y que pueda cumplir con el propósito de un sistema de recogida de desechos. (Lo, 2013).

###### 2.2.1.4.1.1 Método de esquina o parada fija

El método de parada fija además de ser el más común se puede decir que es económico, el cual consiste en que el recolector se estacione para prestar el servicio en la calle o industria, anunciando su llegada por medio de una melodía o campana para que la ciudadanía sepa de la llegada del camión y puedan salir a dejar sus desechos. (Lo, 2013).

###### 2.2.1.4.1.2 Método de acera

El método de acera consiste en que el personal operario del vehículo recolector tome los recipientes de basura que se encuentran o se colocaron en la acera por parte de los usuarios con el fin de deshacerse del contenido del recipiente el cual es vaciado en el recolector. (Lo, 2013).

###### 2.2.1.4.1.3 Método intra-domiciliario (Llevar y traer)

En el método de recogida llevar y traer el operario o ayudante del vehículo recolector ingresa hasta la vivienda por los recipientes con desechos, para posteriormente vaciarlos en el recolector y regresar el recipiente vacío al mismo sitio. (Lo, 2013).

#### 2.2.1.4.1.4 Método de contenedores

El método de contenedores es similar al método de parada fija consiste en que el vehículo recolector llegue a un punto determinado donde se encuentra el contenedor, y retirar la basura que fue depositada por los usuarios esto se lo realiza de acuerdo a la demanda por parte de los usuarios puede ser diariamente o pasando un día entre otras opciones de recogida, este método es más eficiente para lugares donde se generan mayor cantidad de desechos o son de difícil acceso (Lo, 2013).

#### 2.2.2 La Gestión Logística

Según la Asociación Española de la Calidad (2018) define a la gestión de la logística como:

La acción o trámite que se realiza a lo largo de los procesos de la cadena de suministro para realizar un producto o servicio, se entiende como logística al conjunto de actividades que se llevan a cabo en una operación, con el único fin de satisfacer y garantizar la disponibilidad de un determinado (bien o servicio) en tiempo y lugar de forma óptima. (¶. 1)

En las últimas décadas la logística ha crecido espontáneamente a pasos agigantados, consecuentemente por cambios que se dan en la estructura de cadenas de valor lo que hace que hoy por hoy la gestión logística sea un eje de apoyo fundamental en cualquier tipo de empresa.

La adecuada gestión logística puede aportar en las empresas u organizaciones con las siguientes ventajas:

- Costes reducidos
- Capacidad de acceso a mercados geográficamente más grandes
- Mayor competitividad de la organización
- Mejor satisfacción de los clientes

Entonces se puede entender como gestión logística a la actividad de hacer, que un gran número variable o elementos se ejecuten tal cual se gestiona. (¶. 4)

### 2.2.2.1 Fundamentos PHVA

Según Zapata (2015) menciona que el Planificar, Hacer, Verificar y Acturar (PHVA) o conocido como el ciclo de gestión de la calidad son:

Fundamentos y bases aplicables a situaciones de manufactura o servicio que aporta el fortalecimiento de la estrategia empresarial para la mejora continua de procesos. El PHVA contribuye a la realización de actividades de forma organizada con el fin de ofrecer mayor estándar de calidad además permite ser eficaz, este ciclo ha transformado la manera de dirigir las empresas en la actualidad. (p. 11)

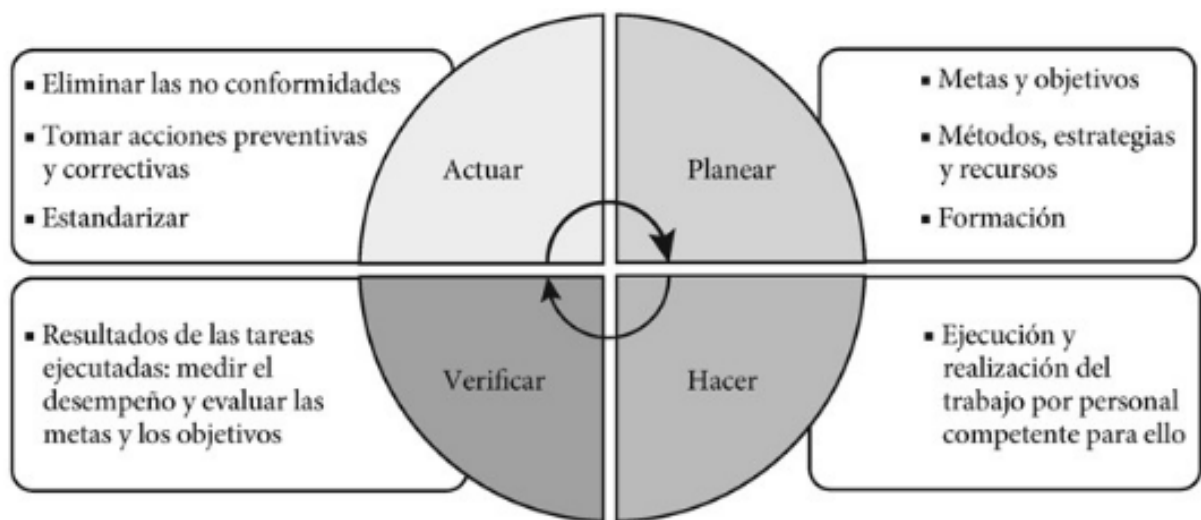


Figura 1: Despliegue del ciclo PHVA  
Fuente: Zapata (2015)

### 2.2.2.2 Planificación – Control – Distribución

#### 2.2.2.2.1 Planificación

La planificación logística alude a la necesidad de planificar de lo más lejano a lo más cercano en cuanto a horizonte temporal, también de lo general a lo particular en lo que al objeto planificado refiere. Cuando se habla de planificación ya sea en ventas o producción, esto refiere a la previsión en un bien o producto con el único fin de cumplir el objetivo o propósito enmarcado. (Anaya, 2007)

#### 2.2.2.2.1.1 Planificación estratégica

La planificación estratégica tiene como finalidad definir y disponer de recursos necesarios a largo plazo, desde un punto de vista logístico hace referencia comúnmente a la cadena de suministro (industrias, almacenes, empresas de transporte entre otros) a la cual se le asigna recursos necesarios con el fin de conseguir un equilibrio de capacidades, además realizar ampliaciones y o modificaciones requeridas. (Anaya, 2007)

#### 2.2.2.2.1.2 Planificación táctica

Tiene como propósito fundamental hacer operativos los recursos asignados. En este contexto, el horizonte de la planificación táctica se debe medir en términos de meses (periodos de instalación, adiestramiento entre otros). (Anaya, 2007)

#### 2.2.2.2.1.3 Planificación operacional

La planificación operacional se enfoca a obtener una utilización eficiente de recursos disponibles, su horizonte temporal es siempre a corto plazo y para lo inmediato en términos normalmente de semanas y días, que tiene como principio hacer las cosas bien y que se han de ir realizando las cosas poco a poco. (Anaya, 2007)

#### 2.2.2.2.2 Control

El control hay que interpretarlo en el sentido anglosajón “*closed-loop*” (sistema de lazo cerrado, que significa un proceso iterativo en virtud del cual la capacidad requerida en función del *input* previsto se compara con la capacidad disponible para ver si esta es suficiente o modificable, ya que de lo contrario tendría que adaptarse en programa de ejecución. (Anaya, 2007)

#### 2.2.2.2.3 Distribución

Según la Universidad Militar Nueva Granada (s.f) desde un punto de vista logístico la distribución es la operación que adoptan la mayor parte de empresas y que consiste, en que el

producto bien o servicio llegue al usuario en excelente calidad, en la cual intervienen partes interesadas, es decir, fabricantes, en muchos casos intermediarios y consumidores.

Para definir el adecuado modelo de distribución para las empresas es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Ubicación geográfica:** Indica la distancia de desplazamiento de un producto en el transporte.
- **Tamaño del mercado que se quiere abastecer:** Muestra la cantidad de almacenes que necesitan productos.
- **Medios de transportes requeridos:** Indica el tipo de transporte requerido para entregar o cumplir con el bien o servicio al cliente. (p. 4- 9)

#### 2.2.2.3 Transporte

En transporte hay que destacar la importancia que tiene la optimización de recursos para realizar esta actividad por lo tanto es importante la planificación y organización del transporte, ya que permite tener alguna idea de problemas que puedan presentarse, y poder crear, diseñar soluciones óptimas para realizar la operación sin problema.

Tener en cuenta las topologías de los vehículos:

El transporte de los vehículos depende de su característica ya que está sujeta a distintas restricciones

Según OPTIMATICS (2015) menciona que:

las dimensiones del vehículo, número de ejes, peso, tipo de carga, si lleva o no remolque, entre otras cosas en un vehículo. Son factores que condiciona la circulación de los vehículos por ciertas carreteras, además las normativas van según el país. El uso de mapas logísticos, permite tener en cuenta variables y restricciones que se convierte en un punto crítico en la planificación y optimización de rutas, además ayudan a evitar zonas prohibidas y evitables por las características del vehículo. (¶. 2)

#### 2.2.2.4.1 Creación de rutas maestras

La creación de rutas busca responder a la necesidad operativa de alojamientos cercanos, esto en ubicaciones determinadas por visitar, para la cual se planifica rutas maestras o también estructurales, que tiene en cuenta territorios y periodos que pueden variar en el transcurso del año. El cálculo eficiente de estas rutas, da como resultado la optimización en recursos y reducción de horas de trabajo. (OPTIMATICS, 2015)

#### 2.2.2.4.2 Comparativa de distintos escenarios:

La planificación de las rutas en si no son estáticas varían de acuerdo a la prioridad, circunstancia y hora, estos factores pueden hacer que la planificación realizada con antelación en un cierto momento no sea la mejor como ejemplo: un día de lluvia. (OPTIMATICS, 2015)

#### 2.2.2.4.3 Intercambio de información:

Según OPTIMATICS (2015) menciona que:

Los sistemas informáticos colaboran a la gestión logística en sus operaciones ya que permiten controlar y dar seguimiento a la información de los procesos, en el caso de sistemas corporativos de empresas. Estos tratan en un gran % la misa información en la empresa, en sus distintos propósitos se realizan tratamientos y análisis de la información que puede servir. Por ello, los sistemas corporativos: ERPs, CRMs, TMS entre otros. Permiten tener una mejor planificación de rutas a través de los cuales se obtiene conexión directa con conductores y vehículos, que permiten realizar cálculos en relación a tiempos reales de llegada el cual es trascendental a la hora de controlar las operaciones que se están realizando con rapidez de respuesta. (¶. 9)

#### 2.2.3 Sistema de información geográfica SIG

Los sistemas de información geográfica se han convertido en una herramienta indispensable que aportan considerablemente en la gestión para la planificación del orden territorial, la capacidad rápida del SIG en el análisis, integración y visualización de datos de manera multi escalar, explícita y rápida. ( Universidad Politécnica de Madrid , 2018)

Con el fin de resolver problemas complejos en cuanto a la gestión y planificación territorial se ha diseñado SIG el cual permite la integración geográfica, captura, almacenamiento y manipulación, que permite el análisis de estos datos de una manera compleja.

#### 2.2.5.1. Funcionamiento de un SIG:

La herramienta SIG ha facilitado la gestión territorial en la organización de la información espacial lo cual ha permitido a los profesionales trabajar de una manera sencilla y rápida, esto ha facilitado relacionarse con la información topográfica de objetos además de realizar otras que no se podrían obtener de otra manera, además los SIG permite apartar la información en diferentes capas y almacenarlas independientemente. (Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS, 2014)

Las principales complejidades que un sistema de información geográfica puede resolver, son:

1. Localización: concretas características de un lugar.
2. Condición: condiciones de cumplimiento del sistema.
3. Tendencia: comparación de características distintas de situaciones espaciales y temporales.
4. Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
5. Pautas: detección de pautas espaciales.
6. Modelos: Generación y simulación de modelos a partir de fenómenos.

Por las características versátiles de los sistemas de información geográfica tiene un campo de aplicación amplio permitiendo utilizarse en la mayoría de las actividades espaciales que inciden en gran magnitud en el desarrollo y evolución.

Las herramientas que se utilizaron en el mecanismo de SIG son:

#### 2.2.3.1 Análisis De Redes Usando *ArcGIS Network Analyst*

Los diferentes tipos de organizaciones ya sea de carácter público o privado pueden hacer uso y beneficiarse de la extensión *ArcGIS Network Analyst* para la ejecución y mejora de sus

operaciones de manera eficiente ya que mediante esta herramienta se puede tomar decisiones más inteligentes, una vez que se conoce acerca de quién puede acceder a un bien o servicio se puede entender de mejor manera los mercados potenciales (ArcGIS, 2016).

Teniendo en cuenta diversos factores al momento de reducir los costos de operación del transporte se tienen restricciones tales como la capacidad de los vehículos, tiempos máximos, mínimos de viaje y ventanas de tiempo de un punto a otro que se pueden emplear con el único fin de optimizar rutas entre paradas (ArcGIS, 2016).

A través de la ubicación conveniente de instalaciones se puede mejorar el servicio al cliente en cuanto a tiempos de respuesta, la compresión y la resolución de los problemas de esta naturaleza son fáciles de entender e interpretar con la extensión de *ArcGIS Network Analyst*. (ArcGIS, 2016).

Los investigadores y analistas de proyectos aprovechan la máxima capacidad de la herramienta para realizar las rutas de menor costo de varios puntos entre orígenes y destinos de viaje. Mediante la creación de matrices con costos de origen-destino que crea ArcGIS Network Analyst suelen ser los más grandes análisis de entrada. Ejemplo, predicen el tiempo y distancia de viaje que a un individuo le toma llegar a un determinado punto, estos pronósticos matemáticos de viaje permiten conocer su desplazamiento. (ArcGIS, 2016, ¶. 2)

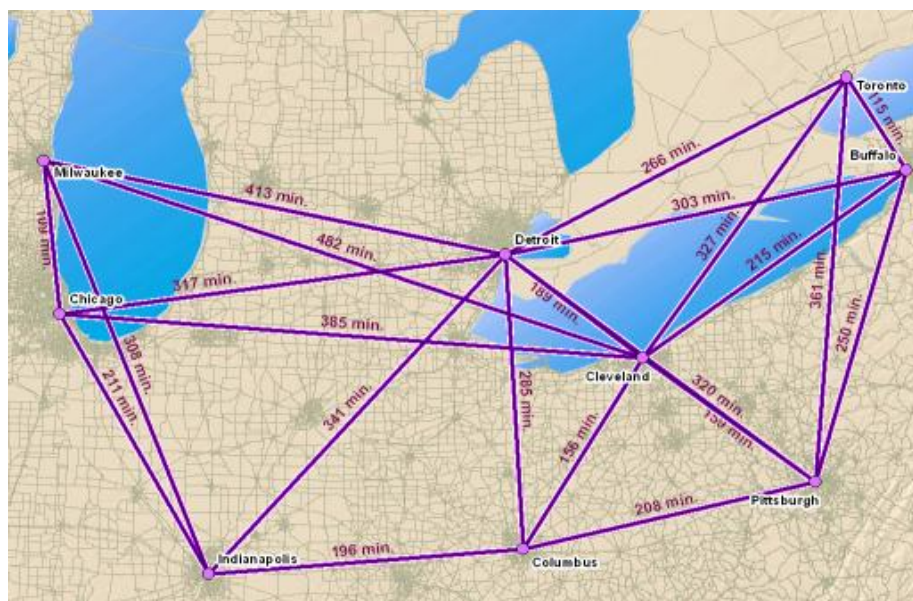


Figura 2: Análisis De Redes ArcGIS Network Analyst  
Fuente: ArcGIS (2016)

El análisis de la matriz de costo Origen Destino (OD) calcula las rutas de dirección a la red de mínimo costo desde orígenes a destinos. Crea formas de línea que enlazan orígenes con destinos. Cada ente de línea acopia el costo de red total del viaje como un coste de particularidad. Los investigadores suelen tomar la tabla de particularidades y utilizarla como entrega para estudios de programación lineal. (ArcGIS, 2016)

**Puntos de demanda.** - La ubicación de un punto bien o servicio que se asigna mediante una clase de capa donde se recoge o entrega.

**Depósitos.** - Un depósito es un punto inicial o también final desde donde un vehículo comienza su jornada laboral en el cual se carga o descarga, en algunos casos un depósito también son varios puntos por cual el vehículo realiza recorridos de entrega y recogidas, en *ArcGIS* es un tipo de capa de enrutamiento vehicular.

**Instalaciones.** – Es la representación en un sitio requerido con sus respectivas características en este caso de algún tipo de instalación. También una clase de capa de la ubicación asignada de un punto de demanda en *ArcGIS*.

**Ubicación-asignación.** - El proceso de hallar la excelente ubicación para el establecimiento de una o más instalaciones que proporcionarán asistencia a un conjunto determinado de puntos, y luego establecer esos puntos a las instalaciones asumiendo factores tales como el conjunto de instalaciones disponibles, su coste y la impedancia máxima desde una instalación a un punto.

**Capa de asignación de red.** – Son capa que se obtiene a través de ArcGIS las cuales contiene características y clases de red que son utilizadas para el análisis de resultados de un problema de red.

**Pedidos.** – Un tipo de capa utilizado en problemas de enrutamiento vehicular, un pedido puede ser la orden de entrega de un tipo de bien o servicio para un cliente o a su vez el retiro de esta.

**Rutas.** – Una ruta particularmente es identificada como el trayecto vehicular y del conductor desde un punto de partida hasta un punto de llegado o final, y también se representa entre

depósito y pedido, el término “ruta” hace relación a rutas o controladores ya que abarca a los tres.

**Problemas de enrutamiento.** - Es el análisis de red para el enrutamiento de flotas vehiculares, se utiliza con el objetivo de reducir costos operativos en un conjunto de ordenes o servicios prestados con el objetivo de satisfacer ciertas restricciones, las que pueden incluir capacidad vehicular, ventanas de tiempo, duración del trayecto, puntos inicio y final, restricciones de pares de órdenes y especialidades.

### 2.2.3.2 Otras clases de capa de problema de enrutamiento de vehículos

La capa del Problema de Enrutamiento de Vehículos (VRP) contiene información necesaria para la resolución de problemas y sus soluciones en cuanto a clases de pedidos, depósitos y rutas. Además, existen otra clase que se utiliza en la contabilización de variables, administrar propiedades y características específicas en cada caso. Lo que proporciona la comprensión de alto nivel de lo que las capas controlan, informa o se definen. (ArcGIS, 2016)

#### 2.2.3.2.1 Visitas al depósito

Para la solución del método VRP, cada tabla es llenada con datos acerca de la ruta que visita el depósito en los que se incluye tiempos de inicio, de finalización y su renovación. En la ruta también se registra las cantidades que se cargan y se descargan, estas bien pueden ser pasajeros o mercadería en cada parada o deposito que es visitado, además de hora de salida y llegada. (ArcGIS, 2016)

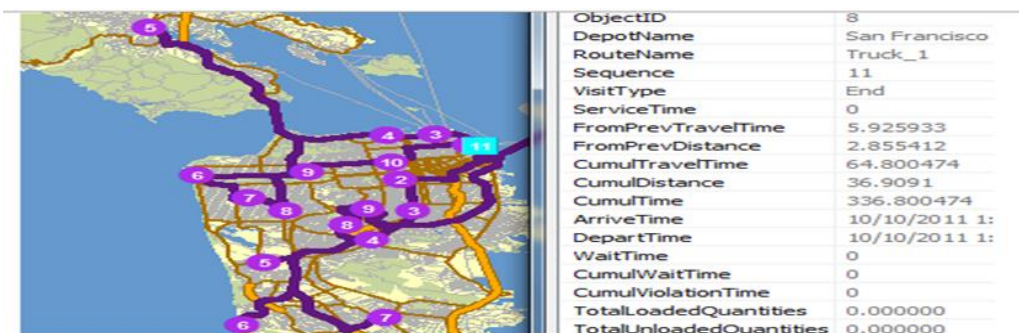


Figura 3: Visitas Deposito  
Fuente: ArcGIS (2016)

### 2.2.3.2.2 Breaks

Este tipo de clase se completa mediante datos tabulares estos definen en qué momento los controladores pueden tomar un descanso durante el trayecto del día. Mediante esta clase se obtiene información acerca del pago al conductor por tiempo de descanso o, por lo contrario. A esto se le puede añadir ventanas de tiempo, ventanas de tiempo máximas también en ventanas de distancias máximas de viaje. Después de que se haya realizado la operación a través del método VRP, se pueden establecer incluso cinco descansos por cada ruta, para el llenado de la tabla solo se puede usar un solo método. (ArcGIS, 2016)

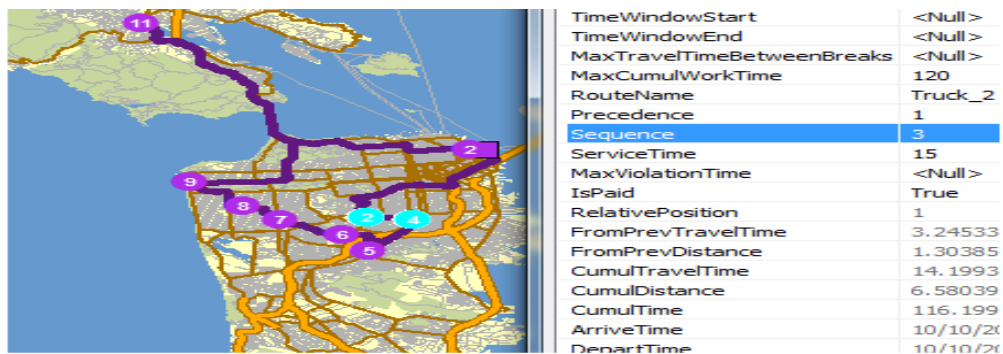


Figura 4:Breaks

Fuente: ArcGIS (2016)

NOTA: La figura muestra las propiedades de la primera ruptura tomada por Truck\_2. este receso fue requerido dentro de los primeros 120 minutos del día, y es un receso pagado de 15 minutos. El descanso se produjo un poco más de 116 minutos en el día se produjo en la tercera parada del día.

### 2.2.3.2.3 Zonas de ruta

Las áreas existentes son características que se utilizan en la definición de la capa zonas de rutas, dentro de una zona solo se puede asignar órdenes a una ruta de servicio. Siempre que no esté asignada una zona específica, otras rutas pueden brindar el servicio a las ordenes en cualquier zona. Existen dos tipos que deben ser de las zonas de las rutas: estas son difíciles o suaves. A las ordenes fuera de su zona nunca se les puede dar servicio con rutas asignadas de zonas dura. A las ordenes que están fuera de su zona se puede dar el servicio con rutas asignadas de zonas flexibles, pero mientras la zona este mas lejos de la orden que la ruta que se atienda es menos probable. No se puede utilizar muchas Zonas de ruta como Puntos de semilla de ruta en una capa de VRP. (ArcGIS, 2016)

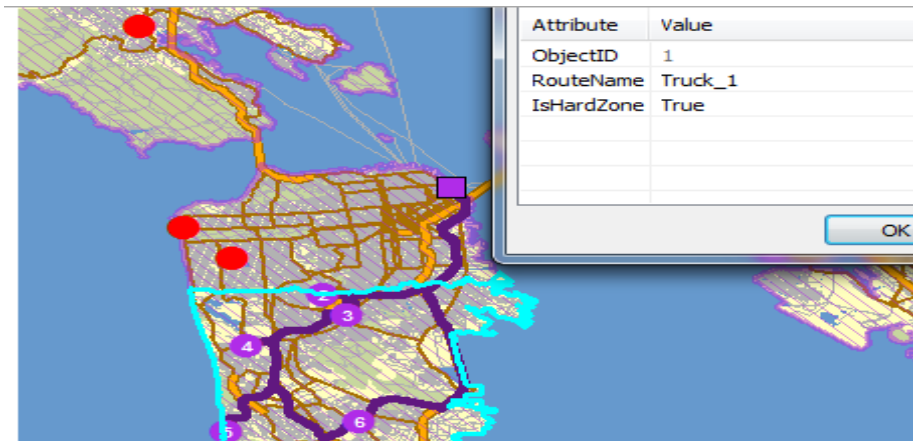


Figura 5:Rutas

Fuente: ArcGIS (2016)

Nota: Esto muestra la zona de ruta dura seleccionada que fue asignada a la ruta Truck\_1. todas las zonas se establecieron como difíciles. Como se puede ver, hay tres órdenes en la zona al norte que no pudieron ser atendidos por la ruta que se le asigno en la zona.

#### 2.2.3.2.4 Route Seed Points

Las particularidades de sitios existentes son utilizadas en definir la capa de sitios de semilla de ruta. Si se usa en cada ruta se debe determinar unos puntos iniciales. Claramente, cuanto antes más cerca esté un punto de semilla de una orden, será mayor las posibilidades de recibir la ruta fijada al punto de semilla. hay dos tipos de puntos de semilla: dinámicos o estáticos. del mismo tipo deben ser todos los puntos. Los puntos semilla estáticos son los establecidos y precisan la ubicación del punto inicial y después de la solución, los puntos de inicialización dinámica establecen primero la ubicación para que *Network Analyst* utilice, después de solucionar el VRP, el punto se asigna en el centroide de la ruta. No alcanza usar tantas Zonas de ruta como Puntos de semilla en una capa de VRP. (ArcGIS, 2016)

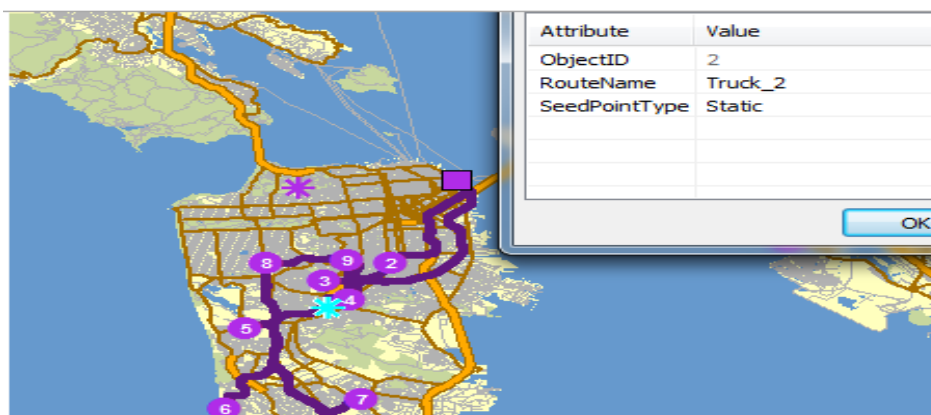


Figura 6:Route seed points

Fuente: ArcGIS (2016)

Nota: Esto muestra el punto de semilla de ruta seleccionado que fue asignado a la ruta Truck\_2. Observe los pedidos de servicio de ruta más cercanos al punto inicial.

### 2.2.3.2.5 Renovaciones de ruta

En tantas aplicaciones del VRP, ahí la necesidad de tener un vehículo durante todo el día con su capacidad máxima con bienes que necesitan entregarse con combustible. El tipo de renovación de ruta relaciona a la capa Depósito con la capa Rutas con el propósito de conservar cuál de los depósitos existentes es factible usar para cada ruta, y cuánto tiempo emplea en rellenarse el depósito. En la resolución del VRP, se establecerá una ruta al depósito asignado más próximo para su reforma cuando sea preciso. No existe límites en la suma de rutas que son asignadas a un depósito. (ArcGIS, 2016)

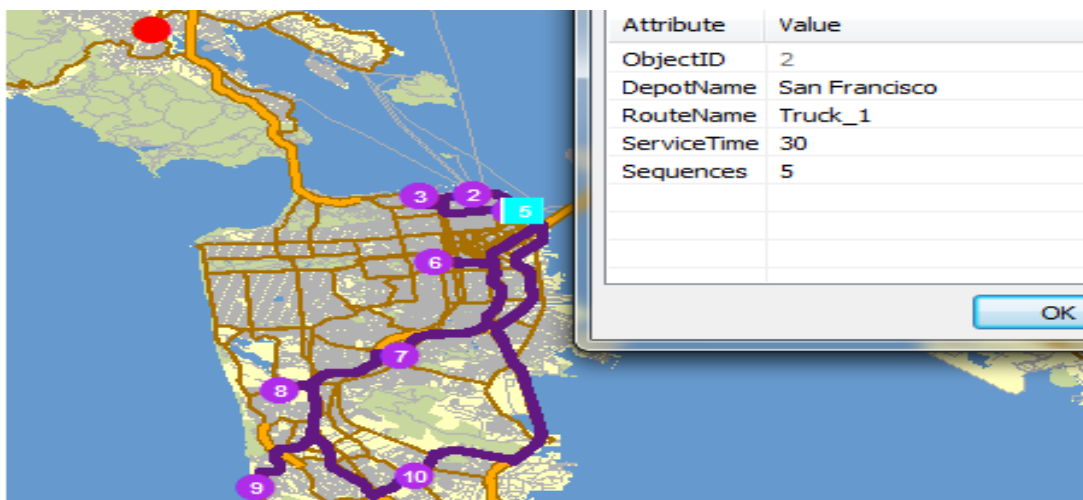


Figura 7:Renovación de Rutas

Fuente: *ArcGIS* (2016)

Nota: Esto muestra la renovación de ruta seleccionada que era necesaria para la ruta Truck\_1. La renovación se llevó a cabo en el depósito de San Francisco durante media hora, y es la quinta parada del día.

### 2.2.3.2.6 Especialidades

Se ha visto en las características de ruta y orden que se tienen propiedad técnica disponible en cada uno, para especificar las destrezas, necesidades o capacidades únicas solicitadas o conservadas por esa cierta característica. El tipo de clase *Specialties* es una tabla que conserva las peculiaridades legítimas que se pueden asignar a las funciones de ruta y orden. las rutas u órdenes se deben asignarse una clase de nombre de especialidad. (ArcGIS, 2016)

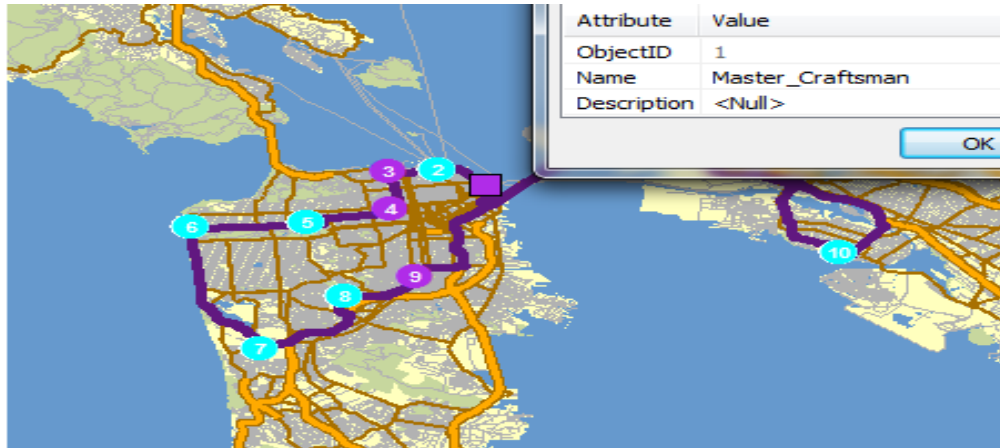


Figura 8: Especialidades  
Fuente: ArcGIS (2016)

Nota: Esto muestra la ruta tomada por el único maestro artesano, para dar servicio a las órdenes que requieren las habilidades de un maestro artesano (también se seleccionan las órdenes que requieren un maestro artesano)

### 2.2.3.2.7 Pares de orden

Hay escenarios en ciertas aplicaciones de VRP en las que un orden que es un *pick up* tiene que ser atendido por la propia ruta del servicio a el de otra orden. ejemplo, una asistencia de mensajería tiene que recoger un encargo en un lugar de pedido y entregar en otro lugar de pedido. La clase Pares de pedidos hace relación a una tabla que mantiene conexión entre los dos tipos de ordenes; especifica el tiempo máximo que puede pasar entre el servicio de los pedidos emparejadas. La primera orden tiene que ser un pick up con un costo de entrega de *null*. La segunda orden tiene que ser un despacho con un valor *Pickup Quantities* nulo. Los costos de las cantidades deben ser las mismas. Los depósitos no se vinculan con las pares ordenados. (ArcGIS, 2016)

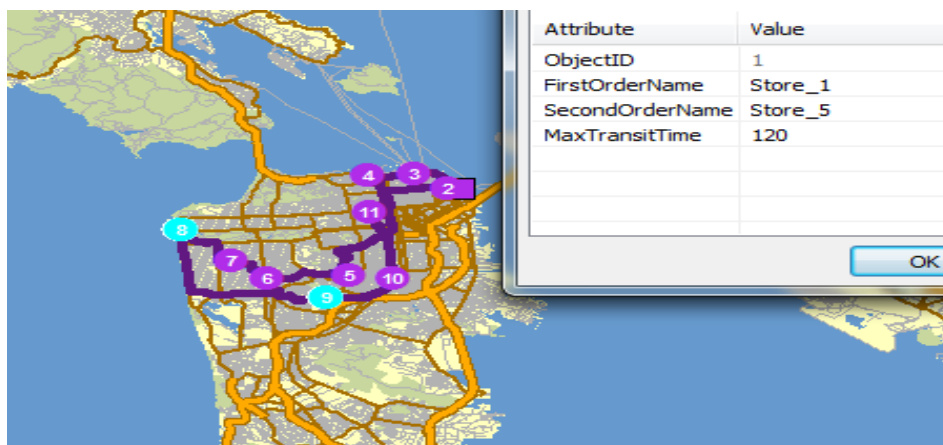


Figura 9: Pares de orden  
Fuente: ArcGIS (2016)

Nota: Esto muestra una ruta que necesita dar servicio a un par de ordenes además de las ordenes regulares. Observe que la ruta debe servir el pedido Store\_1 antes Store\_5, que lo hace con Store\_1 como la octava parada y Store\_5 como la novena parada de ruta.

Existen varios tipos de problemas que se deben considerar, entre ellas está la relación existente entre la ubicación de las instalaciones y los puntos de demanda, puesto que dichos aspectos comparten una misma entrada básica, las instalaciones y Puntos de demanda, Ubicación – Asignación también utiliza una propiedad de impedancia ( $n$ ) de un punto para ayudar a distribuir las peticiones con particularidades como el tipo de problema. (ArcGIS, 2016)

Para ciertos tipos, el uso de un corte de impedancia es necesario. A veces el problema que se plantea se ve afectado por las mismas consideraciones que el competidor realiza, entre estos problemas se ve afectado por la necesidad de considerar las ubicaciones requeridas y candidatas junto con los competidores, cuando usted requiere saber cuántos lugares está buscando o cuando otros buscan encontrar una cantidad mínima de ubicación, por ello el corte de impedancia es necesario. (ArcGIS, 2016)

Para dirigir distintas operaciones que se relacionan con las operaciones diarias de una flota se requiere el uso del VRP, debido a que su objetivo es minimizar el costo del transporte. Para que la solución del problema sea más precisa, existen otros tipos de variantes que se puede usar como; la *Breaks* clase que ayuda a definir cuando el conducto puede descansar, es un grupo de software que contiene un grupo de aplicaciones para la captura y gestiones exactas de información en campo. (ArcGIS, 2016)

### **III. METODOLOGÍA**

La metodología utilizada en el plan de investigación proyecta el estudio del sistema de recogida y gestión logística en la ciudad de Tulcán, por lo cual se busca determinar rutas, tiempos y movimientos que se realizan para cada zona, con el objetivo de establecer formas adecuadas de recogida y transporte de desechos, y así optimizar costos que involucran a la operación.

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Enfoque Cuantitativo**

El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar (Hernández, Fernández, y Baptista, Metodología de la Investigación, 2010, p. 4).

La presente investigación está enfocada metodológicamente en un estudio cuantitativo, ya que está orientada a la obtención, recolección y levantamiento de información cuantitativa como son; tiempos y movimiento de los procesos que se manejan dentro del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos, con lo cual poder analizar y evaluar la gestión logística actual con la que cuenta el sistema de recogida.

##### **3.1.2. Tipo de Investigación**

Se utilizó la investigación: documental, de campo, exploratoria, descriptiva y explicativa

###### **3.1.2.1. Investigación documental**

La investigación documental se dispone de documentos, que son el resultado de otras investigaciones, de reflexiones de teóricos, lo cual representa la base teórica del área objeto de investigación, el conocimiento se construye a partir de su lectura, análisis, reflexión e interpretación de dichos documentos (Morales, 2003).

Esta investigación ayudo principalmente a la obtención de información necesaria para el desarrollo de investigación, mediante fuentes primarias como documentos, libros, internet y otros.

#### 3.1.2.2. Investigación de campo

Arias (2012) menciona que “es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes” (p. 31).

La investigación de campo permitió estudiar, confirmar e identificar aspectos importantes relacionados con los antecedentes de investigación, también ayudó a complementar la información que no se detalló anteriormente, este estudio ayudó a obtener mayor conocimiento del sistema de recogida y su manejo por parte de la municipalidad como también observar de manera más profunda la realidad además se realizará la observación directa de los fenómenos en el lugar y tiempo que se realiza la operatividad de recogida.

#### 3.1.2.3. Investigación Exploratoria

Según Hernández Sampieri , Fernández Collado , y Baptista Lucio (2003) señalan que:

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si se desea indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (p. 79)

Este tipo de investigación ayudo en un inicio con la familiarización del problema que se pretende estudiar y conocer, permitió obtener información inicial y un panorama del tema de estudio ya que identificó y analizó las problemáticas que se desconocen del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos en la ciudad de Tulcán, mediante el contacto y familiarización directa con el fenómeno causante.

#### 3.1.2.4. Investigación Descriptiva

Según Hernández Sampieri , Fernández Collado , y Baptista Lucio (2003) mencionan que:

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren (p. 80).

Se utilizó el tipo de investigación descriptiva ya que describe características y hechos relevantes a partir de situaciones y eventos que se pretende analizar del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán, en cuanto a los componentes importantes de investigación relacionados con ingeniería en logística, como consiguiente, permitió describir e identificar la situación actual de la gestión con la que se está operando dentro del sistema, permitiendo establecer escenarios importantes que influyentes en el correcto o incorrecto funcionamiento.

#### 3.1.2.5. Investigación Explicativa

La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos (Arias, 2012).

En base a la información y estudio, se realizará un análisis explicativo de todos los factores relacionados con el problema planteado; ¿Qué gestión logística mejorará el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos en la ciudad de Tulcán? Y poder responder al a la investigación con sus variables causantes de la problemática.

#### 3.1.2.6. Información actual del sistema

Recogida de desechos y residuos sólidos mediante un receptor Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para un Sistema de información geográfica (GIS).

- Rutas de recogida

- Frecuencia de recogida
- Tiempo de recogida
- Capacidad de recogida

#### 3.1.2.7. Implementación de técnicas SIG

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas que permiten tener una mejor planificación, gestión del territorio y actividades, que ayudan a la reducción de tiempos, costos y rutas mínimas en la gestión logística, en este caso para el análisis y simulación del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán, con el fin de optimizar recursos y obtener una adecuada planificación en el sistema.

#### 3.1.2.8. Análisis de redes

Mediante el análisis de redes se podrá identificar, ubicar y asignar la atención del servicio de recogida en cada zona y sector evaluando el nivel de requerimiento, volúmenes de producción de acuerdo a su población y tiempo en el que deben ser atendidos, además de la optimización de tiempo y desplazamiento mediante una nueva asignación de ruta.

#### 3.1.2.9. Simulación

Mediante el modelo actual del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos se realizó la simulación con el fin de que el programa calcule rutas óptimas para cada zona, esto permitió evaluar el modelo actual con el simulado, permitiendo entender su comportamiento e identificar si es o no óptimo para las cinco zonas de la ciudad.

### **3.2. IDEA A DEFENDER**

La adecuada gestión logística del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán permitirá optimizar el tiempo de la ruta.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1: Operacionalización de variables: Variable Independiente

| VARIABLE          | DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE   | DIMENSIÓN     | INDICADORES            | PREGUNTA   | TÉCNICA                                    | INSTRUMENTO                               |
|-------------------|--|---------------|------------------------|--|--|---|
|                   |  | Planificación | Tipos de planificación | ¿Qué tipo de planificación realiza el GAD municipal de Tulcán para el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos?  | Observación Directa<br>Análisis Documental | Ficha de observación<br>Fuentes primarias |
| Gestión logística | Son todas las operaciones buscan garantizar la disponibilidad de un determinado elemento (producto, servicio, información) en tiempo y forma óptimos. (Asociación Española de la Calidad , 2018) |               | Zonas                  | ¿En cuántas zonas se divide la ciudad de Tulcán?<br>¿Cuál es la zona con mayor superficie?<br>¿Cuál es la zona con mayor producción de desechos?<br>¿Cuál es la zona con mayor densidad poblacional? | Sistema de información geográfica          | ARGIS                                     |
|                   |  | Control       | Seguimiento de rutas   | ¿Existe control de las operaciones que se realiza en la recogida de los desechos sólidos?  | Sistema de posicionamiento geográfico      | GPS                                       |

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE | DIMENSIÓN    | INDICADORES         | PREGUNTA  | TÉCNICA                           | INSTRUMENTO          |
|----------|--------------------------------------|--------------|---------------------|---|-----------------------------------|----------------------|
|          |                                      | Distribución | Asignación de rutas | <p>¿Se distribuye correctamente las rutas para cada zona?</p> <p>¿La asignación de las rutas para cada zona satisface la demanda de los usuarios dentro de cada zona?</p> | Sistema de información geográfica | ARCGIS               |
|          |                                      | Transporte   | Capacidad           | <p>¿La capacidad del vehículo asignado para cada zona cumple con la demanda de producción de desechos?</p>  | Observación Directa               | Ficha de observación |

Tabla 2: Operacionalización de variables: Variable Dependiente

| VARIABLE                                | DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE  | DIMENSIÓN                   | INDICADORES                               | PREGUNTA   | TÉCNICA                                    | INSTRUMENTO  |
|---|---|-----------------------------|---|--|--|--|
| Recogida de desechos y residuos sólidos | Es el conjunto de medios y procedimientos mediante el cual se realiza la recogida de desechos, esta empieza desde el momento que los desechos son recogidos en un punto para ser transportados hasta su disposición final donde recibe su debido tratamiento. (Ministerio para la transición Ecológica, 2016) | Desechos o residuos solidos | Generación de desechos y residuos solidos | ¿Cuántos kilogramos de desechos sólidos se genera por persona diariamente?<br>¿Cuántas toneladas de desechos produce la ciudad de Tulcán por día?  | Observación directa<br>Análisis documental | Ficha de observación<br>Excel<br>Fuentes Primarias |
|   |   | Manejo de residuos solidos  | Reciclaje                                 | ¿Se realiza reciclaje en el depósito de los residuos sólidos?<br>¿Se realiza tratamiento para cada tipo de residuo solido en el relleno sanitario? | Observación directa                        | Ficha de observación                               |

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE | DIMENSIÓN                            | INDICADORES   | PREGUNTA  | TÉCNICA                                 | INSTRUMENTO           |
|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|---|-----------------------|
|          |                                      |                                      | Recogida  | ¿Cómo se realiza la recogida de los desechos por parte de los operarios?<br>¿Cómo se hace la recogida de desechos peligrosos (hospitalarios)? | Observación directa                     | Ficha de observación  |
|          |                                      | Clasificación de desechos o residuos | Reglamento nacional para la clasificación de los residuos solidos | ¿Se realiza la clasificación de los residuos en el relleno sanitario?<br><br>¿Cuáles son los tipos de métodos de recogida que existen?        | Análisis documental                     | Fuentes primarias     |
|          |                                      | Métodos de recogida                  | Tipos de métodos  | ¿Qué método de recogida de desechos y residuos sólidos aplica la municipalidad?   | Observación directa<br>Estudio de campo | Fichas de observación |

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

#### **3.1.4.1. Observación directa**

Esta técnica ayudó a obtener información referente a frecuencias del paso de los camiones recolectores por cada zona de la ciudad, como también horarios en que la población saca la basura, esta técnica permitió determinar las falencias en el sistema de recogida de los desechos mediante la presencia directa de cada suceso de los cuales se pretende recolectar la mayor cantidad de información de los eventos presenciados para ser analizados y dar propuestas de mejora en el sistema de recogida.

#### **3.4.1.2. Utilizando un sistema VRP**

En el mercado actual altamente competitivo, la presión del costo y los requerimientos de servicio conducen a la necesidad de tener una estrategia sólida de administración de activos, automatización de procesos, operaciones de enrutamiento y transporte, siendo esta última una importante decisión operacional con toda la cadena de abastecimiento. (Bermeo y Calderón , 2009)

En la operación diaria del transporte es necesario decidir cuáles clientes visitar con un vehículo, los puntos de entrega, las capacidades de los vehículos y la secuencia de cada una de las visitas, con el fin de obtener menores costos y cumplir con un nivel de servicio dado.

Debido a la complejidad de los problemas en la operación del transporte, existe un efecto combinado de variabilidad, incertidumbre, dinámica y complejas interdependencias entre los elementos del sistema.

La mayor parte de empresas transportadoras y operadores logísticos realizan la planeación de la operación de una manera empírica, basados en la experiencia de su personal, y en muchos casos generan sobrecostos por la no utilización de un modelo que optimice la distribución y el transporte.

Debido a lo anterior, y mediante este proyecto, se quería que con la utilización de un sistema VRP, la organización seleccionada diera respuesta a sus problemas en la planeación de la operación del transporte mediante la utilización de técnicas y herramientas (cuantitativas) que le permitieran plantear un modelo que pudieran utilizar sin importar los cambios que presenten las variables analizadas en el tiempo.

Mediante el método de VRP se busca optimizar recursos de operaciones que se realiza en el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán, el cual maneja diariamente un volumen representativo de residuos mediante vehículos recolectores en toda la ciudad, a través de las soluciones del método VRP de transporte se busca mejorar la gestión logística en sus operaciones.

### **3.5. JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

Para cumplir con los objetivos propuestos en la investigación, se toma referencias importantes para obtener resultados más cercanos a la realidad, en el área de estudio se incluye todo elemento real, aplicable en la determinación de rutas con tiempos y recursos óptimos en la recogida de basura (Santacruz, 2016).

Basándose en los antecedentes de investigación que fueron planteados para este estudio, se identifica la semejanza de su metodología en los procesos de los cuales se destacan:

#### **3.5.1. Recolección de información**

Para la recolección de la información, se recopila información relacionada con el lugar de estudio, esto permite relacionarse con el tema de estudio además que permite conocer posibles restricciones o limitaciones. También tener presente aspectos como horarios de recolección de basura, demografía, densidad poblacional y su aumento.

Se toma en cuenta información acerca de direccionamiento y sentidos de las vías, donde el vehículo recolector realiza el recorrido, datos que se deben tener en cuenta para la simulación.

### 3.5.2. Procesamiento de la información.

Para tener una información plana se necesita codificar los datos recopilados para poder entender y comprender de una manera estándar (Hernández, *et al.*, 2006).

Mediante la herramienta de ARCGIS se procesó información para realizar rutas optimizadas, teniendo en cuenta el direccionamiento y sentido de la red vial. En la que se realizara la recogida.

Esto con el fin de no infringir ninguna norma de tránsito, en el caso de presentarse este inconveniente proceder a remediarlo a través de la creación de base de datos con reglas de topología ya sean puntos, líneas o polígonos donde comparten un espacio.

Para cumplir lo descrito con anterioridad, un sistema de gestión de base de datos (SGBD) permite eficiencia en el almacenamiento y recuperación de esta información (Silberschatz y Korth, 1998).

Para la generación y optimización de nuevas rutas mediante el generador de redes se establecen puntos de inicio y fin que permiten reducir recursos de operación.

### 3.5.3. Producto

Los objetivos generales y específicos que fueron propuestos en la investigación se pueden verificar en la presente información. (Posso, 2009)

Según Hernández *et al.* (2006), La presente investigación es presentada a personas que tengan una relación directa con esta, tales como la municipalidad de la ciudad de Tulcán, por el contrario de haber cambios o sugerencias se realizara un nuevo manejo de la información hasta tener su total aceptación. (Hernández, Méndez, Mendoza, y Cuevas, 2017).

## **3.6. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

En la utilización de las herramientas de análisis de red SIG y realizar la investigación de redes utilizadas frecuentemente, como problema de ruta vehicular, en las cuales se simula rutas donde

el vehículo realizara el recorrido, es necesario una planificación técnica de preparación para así obtener resultados más reales.

El principal objetivo es la determinación de adecuadas rutas, mediante esta herramienta que permita reducir los tiempos de trayecto, costos y camino con el SIG teniendo en cuenta que la actividad empieza en la municipalidad y finaliza en el relleno sanitario.

### 3.6.1. Recolección de la información

Al contar con información vectorial de forma digitalizada, ayuda a entidades gráficas y a la parte no gráfica, puesto así, los atributos de la tabla se puede observar el contenido alfanumérico de información necesaria de entidades gráficas.

Cuando se lleva a cabo un análisis de redes, es primordial contar con la actualizada capa vial esto de manera referenciada y plasmada a buena escala en un sistema de coordenadas.

Mediante la Agencia Nacional de Transito del Ecuador (ANT) se obtuvo información referente a límites de velocidad, acerca de siguientes se obtuvo en *shapefile*, producción de desechos sólidos fue obtenida mediante GADMT, y el soporte cartográfico a través de archivos *shapefile* proporcionada por el GADC

### 3.6.2. Procesamiento de la información

El tratamiento de la información se la realiza de dos tipos, primero en la generación de capa de vías que permite a la red el tránsito vehicular de manera específica y general puesto en este caso los recolectores de desechos y en el segundo tipo se relaciona con información demográfica de entidades esto permite conocer el volumen de basura que se produce en la ciudad para realizar la recogida.

### 3.6.2.1. Tratamiento de la información de vías

Actualizar información.

La información obtenida en los diferentes departamentos de la municipalidad fue elaborada con diferente propósito por lo cual al utilizar dicha información en el análisis de redes se tiene que seleccionar atributos que aportan a cumplir con los objetivos de investigación.

En cuanto a la capa de vías, se toma información para proceder a editar o eliminar de acuerdo a su aporte, de ser necesario realizar o construir nuevas graficas con información respectiva.

De manera general, al presentarse anomalías en varias vías ya sea en una sola línea o varias de ellas que estén identificadas en un solo tramo y esta verificada como una red de topología.

En cada capa aparte de los campos creados debe estar presente: el nombre de calle, tipo, longitud, tiempo, velocidad además del sentido de vía codificado.

Eliminar errores topológicos.

Con el fin de que el análisis de redes sea lo más cercano a la realidad, se realiza la actualización de las calles con *topology*, este procedimiento permite eliminar posibles errores en las capas de la red vial.

Para el procesamiento e identificación de errores de diagramación se hace uso de importación de capa mediante el uso de la herramienta topología creando un *geodatabase* con un *Feature Dataset*.

Posterior a ejecutar la aplicación se ingresa reglas que permitan mostrar e identificar posibles errores; estas se muestran en la Tabla 3 a continuación

Tabla 3: Reglas de líneas

| <b>Regla</b>                  | <b>Descripción</b>                               |
|-------------------------------|--|
| <i>Must no self intersect</i> | La línea dibujada no debe cortarse consigo misma |
| <i>Must not overlap</i>       | Las líneas no deben de sobreponerse con otra     |
| <i>Must not intersect</i>     | No deben intersectarse las entidades             |

Para mejorar el manejo de esta herramienta se debe enfatizar en las pautas indicadas en la Tabla 3.

La regla 1 (*Must no self intersect*).-expone que la línea que represente a una sola vía no debe intersectarse.

La regla 2 (*Must not overlap*).- expone que si existen varios segmentos en el mismo espacio estos de ninguna manera deberán superponerse y de ser así se debe revelar el hecho.

La regla 3 (*Must not intersect*).-expone en caso de encontrar intersección de entidades es decir la intersección de líneas se prosigue identificar dicha concurrencia como un nuevo segmento.

El incremento de reglas en el tratamiento de información disminuiría el margen de errores.




Para solucionar este tipo de errores se debe utilizar la herramienta *editor* del sistema en el software *ARCGIS*. Después de culminar con la reparación y corrección de errores, se prosigue a perfeccionar la información y posteriormente incluirla en el análisis de redes. Es preciso señalar que los estudios recopilados no enfatizan a las vías de paso elevado u subterráneo de la ciudad de Tulcán debido a su falta de infraestructura.

#### Sentido vial

La representación del sentido de las vías en las capas es ineficiente debido a la ausencia de información al momento de indicar unidirecciones no obstante se muestra vías unidireccionales y bidireccionales. Para mejorar este error se procedió a rediseñar las pautas de la tabla de atributos.

El instituto de investigación de sistemas ambientales ESRI (2016) encargado de trabajos de consultoría territorial expuso en el año 2016 que aquellas calles que posean sentido único deben cambiar su modalidad en dirección ida y vuelta, norma que se puede evidenciar en la Tabla 4 a continuación

Tabla 4: Codificación de sentido de vías

| <b>DIRECCIÓN</b>  | <b>SENTIDO DE VÍA</b> | <b>EXPLICACIÓN</b>  |
|---|-----------------------|---|
|  | FT                    | El flujo se realiza en el mismo sentido que fue dibujado<br>From – To |
|  | TF                    | El flujo se realiza en sentido opuesto que fue dibujado<br>To – From  |
|  | BI                    | El flujo se realiza en doble sentido<br>BI – Bidireccional            |

### Complemento de información

Los trayectos o distancias de las líneas deberán ser actualizados después de corregir cualquier error topográfico, en caso de presenciar una columna con información se deberá reemplazar los datos anteriores por los actuales mediante la aplicación *Calculate Geometry*.

La Tabla 5 de atributos presentada por la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador indican los límites de velocidad autorizados en vehículos.

Tabla 5: Límites de velocidad permitidos

| <b>Tipo de vía</b>  | <b>Límite máximo (Km/H)</b> | <b>Rango Moderado (Km/H)</b> | <b>Infracción (Km/H)</b> |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Urbana              | 40                          | $40 < V < 50$                | $> 50$                   |
| Perimetral          | 70                          | $70 < V < 95$                | $> 95$                   |
| Rectas de Carretera | 70                          | $70 < V < 100$               | $> 100$                  |

El plan de desarrollo y ordenamiento territorial (GADM-T) indica la velocidad permitida en vehículos recolectores de residuos o desechos sólidos de la ciudad de Tulcán. La normativa establece que la velocidad promedio en calles centrales es de 40 km/h, en avenidas 70 km/h y en las rutas al relleno sanitario 70 km/h.

El GAMT establece aceras más amplias para uso peatonal además de calles en sentido unidireccional en la parte céntrica y calles de doble vía en la parte periférica o alrededores de la ciudad.

### Convertir la capa línea a punto

Usando la herramienta *Feature to point* (características a punto) se puede dar inicio a la creación del punto medio cuyo objetivo principal es la repetición de entidades de la capa demográfica. El trabajo realizado permite al programa *Vehicle Routing Problem* del *Network Analyst* (*Problema de enrutamiento de vehículos del analista de red*) comandar 1000 órdenes en propiedades de rutas y simplificar la información en vías de un punto.

#### 3.6.2.2. Tratamiento de la información de la demografía

Es necesario identificar el territorio por el cual debe transitar el vehículo recolector, así como la cantidad de residuos sólidos producidos en la zona. Para ello se debe incurrir a los datos

proporcionados por la capa demográfica, en el caso de Tulcán se verificará la capa de catastro urbano.

#### 3.6.2.2.1. Depuración

Es necesario realizar cambios a la capa catastral de modo que asimile la estructura de información de demografía de la localidad. La información de tabla de atributos puede ser modificada de acuerdo al estudio en la investigación, es decir se eliminará campos de poca relevancia y se añadirá aquel que contengan datos sobre el número de habitantes por vivienda y la cantidad de desechos producidos en ella. Los resultados obtenidos permitieron calcular de manera eficiente la producción de desechos sólidos por propiedad urbana de la ciudad.

Gracias a la información determinada por el GADMT se concluye que la cantidad de desechos producidos mensualmente en la ciudad es de 1590 toneladas y por día su valor es 53 Ton/día. El total de residuos por cada habitante de la ciudad de Tulcán es de aproximadamente 0.76 kg/día y sigue en ascenso debido al aumento poblacional. El tiempo promedio de recogida de basura por vivienda es de 5 segundos.

Para realizar los cálculos correspondientes a la producción de basura se debe emplear la fórmula multiplicación del número de personas por factor de producción de desechos ya mencionada en el aparatado del arco teórico sección desechos sólidos. (Vázquez *et al.*, 2016).

Tabla 6: Parámetros adicionales

| NOMBRE       | VALOR                               |
|--------------|-------------------------------------|
| PER_VIVIENDA | 3 personas                          |
| TIME_WAIT_S  | 5 segundos                          |
| PROD_BASURA  | $TOTAL\_VIV * PER\_VIVIENDA * 0.76$ |

#### 3.6.2.2.2. Selección de viviendas

La capa catastral predial urbana permite identificar la situación o estado de los lotes ya sean habitados o no, en caso de ser habitados se escogerá a aquel que produzcan desechos disminuyendo los puntos innecesarios en la ruta del vehículo recolector.

Para evaluar la capa de atributos de la capa catastral se debe enfatizar en características como la habitabilidad o el valor positivo de la vivienda.

#### 3.6.2.2.3. Convertir la capa polígono a punto

Una vez culminada la modificación de la capa catastral se prosigue convertir el archivo vectorial poligonal en un documento de punto haciendo uso de *Feature To Point*.

#### 3.6.2.2.4. Determinar la vía cercana a la vivienda

El archivo de punto *shapefile* debe almacenarse en la base de datos geográficos geodatabase para después utilizar las herramientas de geoprocetamiento *Near* y capa vías, estas permiten calcular distancias e información de proximidad entre entidades de entrada y capas facilitando la selección de rutas cercanas para el depósito de residuos sólidos.

Existen tres campos adicionales derivados de la capa de viviendas de los cual se destaca *NEAR\_FID* campo importante en el proceso.

#### 3.4.2.2.5. Tabla de atributos.

Se creará una tabla con la herramienta de *SUMMARIZE* con la intención de recopilar toda la información en relación al tiempo de espera y la cantidad de desecho que se debe recoger, para de mantener un orden en el futuro.

#### 3.6.2.2.6. *Join* Tabla con *shapefile* punto de vías.

Como se mencionó anteriormente la organización de la información en la tabla con referencia al tiempo de espera y cantidad de basura sumada en relación a la capa de puntos, ayuda a que el procesamiento de la información sea inmediato y ejecuta una respuesta en el analizador de red.

Una vez que se haya ejecutado el *join* se realiza la copia de toda la información, tanto de tiempo de espera como la suma de recogida de basura para después llegar a desvincular el *join* (*unjoin*) y realizar un filtro con todos los datos que poseen valores positivos de ser así el caso.

#### 3.6.2.2.7. Red de datos

Después de obtener el archivo vías se debe crear *Network Dataset* (representación de un conjunto de datos que permiten un análisis de red para solucionar la factibilidad al momento de escoger una ruta) este permitirá hacer uso de la herramienta *Newwork Analyst*. Cuando ya se haya incorporado datos en las redes se deberá concretar un nombre, para este caso se definió RECOGIDA\_ND, cabe destacar que el programa debe adquirir especificaciones de los datos que se encuentran en las capas de atributos tales como longitud y restricción de vías que se completarán con la adición de la variable de tiempo.

Para concluir con el proceso se debe realizar un pequeño análisis sobre la determinación de las medidas direccionales que presentan las unidades de longitud y tiempo, esto permitiría obtener un complemento final de los atributos en la capa. Se deberá usar el nombre del campo de la vía como referencia.

#### 3.6.3. Proceso para la información de resultados

##### 3.6.3.1. Herramienta de enrutamiento de vehículos

Al ser desarrollada toda la información se intenta planificar el recorrido en nuevas zonas, para cubrir con el trayecto que debe cumplir dicho vehículo, para ello se utiliza la herramienta de problema de enrutamiento de vehículo (*Vehicle Routing Problem*)

Al tener la nueva ventana de Análisis de redes se debe de configurar con los siguientes parámetros:

##### 3.6.3.2. Órdenes

Existen ciertos parámetros que se debe tomar en cuenta para cumplir con la ruta establecida. Para ello se debe detallar la hora en el que se va a realizar la recogida de dichos desechos y sobre todo especificar las cualidades a las cuales hace mención cada vivienda con respecto al tiempo.

### 3.6.3.3. Depósito

El depósito hace mención al punto de partida y llegada que toma el vehículo de desechos, considerando el punto de partida al municipio y el punto de llegada al relleno sanitario. Al no poseer capas se crea un archivo *shapefile* que verifica el punto de salida y de llegada de la ruta que toma el transportista.

### 3.6.3.4. Rutas.

Se selecciona la cantidad de vehículos necesarios para que cubran todas las rutas faltantes de la zona, por dicha razón se integrara tanto recolectores como rutas se pretenda trazar.

### 3.6.3.5. Parámetros *Solve*

La configuración del parámetro de unidades de medidas longitud y tiempo en el análisis se debe realizar antes de la ejecución de soluciones. Posteriormente se da inicio a la creación de zonas y rutas después de presionar el botón *solve*.

### 3.6.3.6. Comparación de resultados.

Con información acerca de las rutas establecidas y rutas que pretende ejecutarse, se podrá realizar un análisis de comparación, donde observen las ventajas y desventajas que propone cada vía.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. RESULTADOS**

#### 4.1.1 Información de sistema actual

Para el sistema actual de recogida de desechos se hace una planificación estratégica, esto significa que se programa a largo plazo con el fin de asignar los recursos necesarios para la ejecución correcta del proceso y enfrentar posibles contratiempos, para que el sistema sea sustentable y tenga normalidad a largo plazo.

De acuerdo a las fuentes secundarias no se hace seguimiento de los movimientos que hace el vehículo o si cumple o no con la ruta establecida o a su vez si es que está invadiendo otra zona correspondiente a otro vehículo.

También se pudo documentar que no se hace reciclaje de desechos ni en el momento de su recogida ni en el depósito, esto hace que la disposición final de los desechos sea la misma para todos los residuos sin importar características o tipos, siendo esta actividad poco amigable con el medio ambiente.

Los operarios del sistema de recogida cuentan con una mínima protección de equipos de seguridad como son; guantes, overol y zapatos industriales, ignorando otros equipos como son; mascarillas y cascos, artefactos que garantizan la salubridad al cumplir con esta actividad. El método actual que se aplica para el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos es el de acera, método que se basa en que los usuarios acumulan sus desechos o residuos en las aceras de la ciudad para posteriormente ser recogidos por los operarios y finalmente depositarlos en el vehículo recolector. Se recomienda al departamento de gestión ambiental realizar la zonificación de la ciudad en seis zonas, fraccionando las zonas cuatro y cinco en tres zonas, debido a que dichos sectores son los que abarcan mayor cantidad de población y por ende tienen mayor producción de basura, la que sobrepasa la capacidad de los vehículos recolectores.

#### 4.1.2. Zonificación actual de la ciudad de Tulcán para la recogida de desechos sólidos

Para realizar el respectivo análisis del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística, es necesario realizar la zonificación de la ciudad, obteniendo como resultado la siguiente figura:

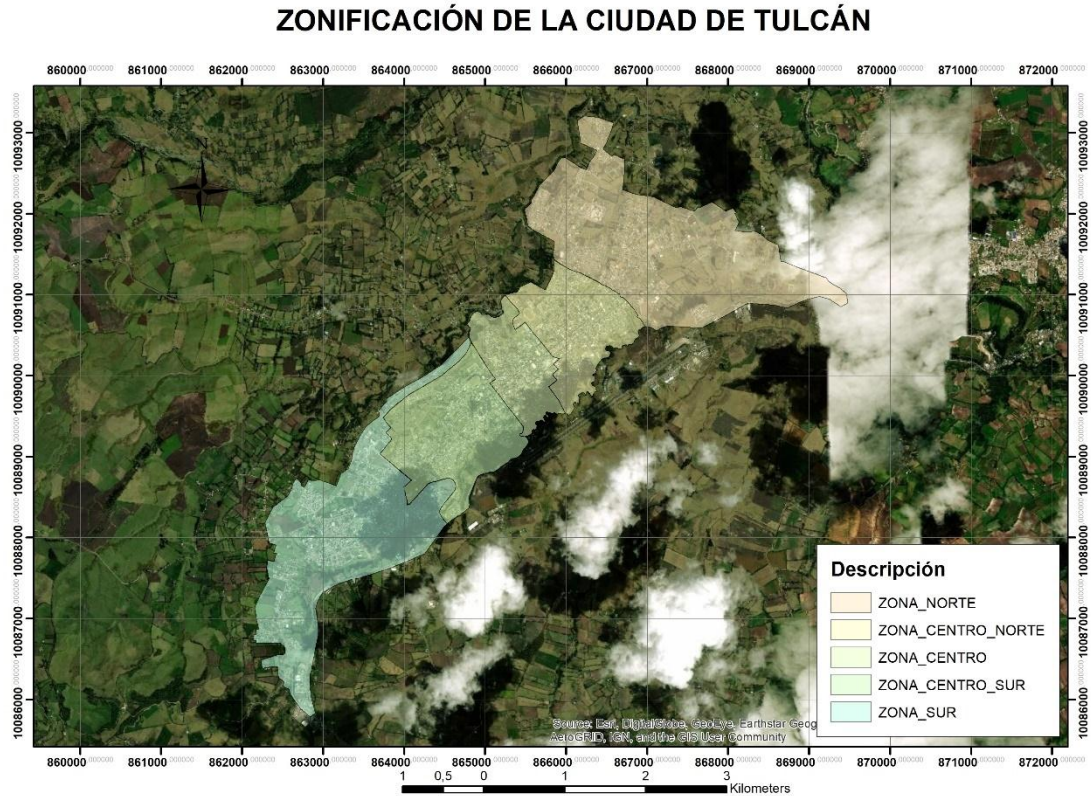


Figura 10: Zonificación actual de la ciudad de Tulcán

La Ciudad Tulcán está ubicada en la provincia del Carchi en la zona norte del Ecuador, cuenta con una población de 69316 habitantes, consta de dos parroquias urbanas: Gonzales Suarez y Tulcán, tiene una superficie de 13km<sup>2</sup>.

Con el objetivo de que el servicio de recogida de desechos y residuos sólidos llegue a cada uno de los habitantes, así como a cada sector y barrio del Cantón, se realizó la zonificación de acuerdo a las rutas que maneja actualmente el GAD Municipal de la ciudad de Tulcán.

Actualmente el GAD municipal no cuenta con un sistema de zonificación estructurada, que permita gestionar de manera óptima el medio de recogida de desechos y residuos sólidos, y una adecuada distribución de la ciudad. Por lo antes mencionado se planteó una subdivisión de la

ciudad en cinco zonas, basados en las rutas que maneja el municipio actualmente, cabe recalcar que las zonas no han sido diseñadas por igualdad de superficies o de número de población.

Una vez realizada la zonificación se pudo obtener los siguientes datos por zona de acuerdo a la superficie y población:

Tabla 7: Superficie y población por zona

| <b>ZONA</b>  | <b>SUPERFICIE</b>    | <b>POBLACIÓN</b> |
|--------------|----------------------|------------------|
| Norte        | 4.39 km <sup>2</sup> | 12976            |
| Centro Norte | 1.51 km <sup>2</sup> | 12836            |
| Centro       | 1.33 km <sup>2</sup> | 11796            |
| Centro Sur   | 2.05 km <sup>2</sup> | 16868            |
| Sur          | 3.72 km <sup>2</sup> | 14840            |

#### 4.1.2.1. Cobertura zona Norte

De acuerdo a los cálculos arrojados por el sistema de georreferenciación se obtuvo que la zona Norte cubre una superficie total de 4.39 km<sup>2</sup>, deduciendo que dicha zona abarca el 33.8 % de la superficie de la Ciudad de Tulcán, de igual manera mediante el SIG con el emparejamiento de los datos de la población de la ciudad y la superficie que abarca la zona se captó que existe una población de 12976 habitantes que se benefician directamente del servicio de recogida de desechos y residuos sólidos, lo que significa que en esta zona se atiende al 18.7 % de la población.

Esta zona destaca como la zona que mayor superficie cubre a diferencia de los 4 restantes, singularmente abarca la mayor superficie, pero no es la de mayor población, esto debido a las concentraciones poblacionales y que cubre mayores zonas rurales que las demás zonas. Tabla 8

Tabla 8: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Norte

| Zona       | Superficie en Km     | Porcentaje | Habitantes | Porcentaje |
|------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Zona Norte | 4.39 km <sup>2</sup> | 33.8 %     | 12976      | 18.7 %     |

## COBERTURA ZONA NORTE

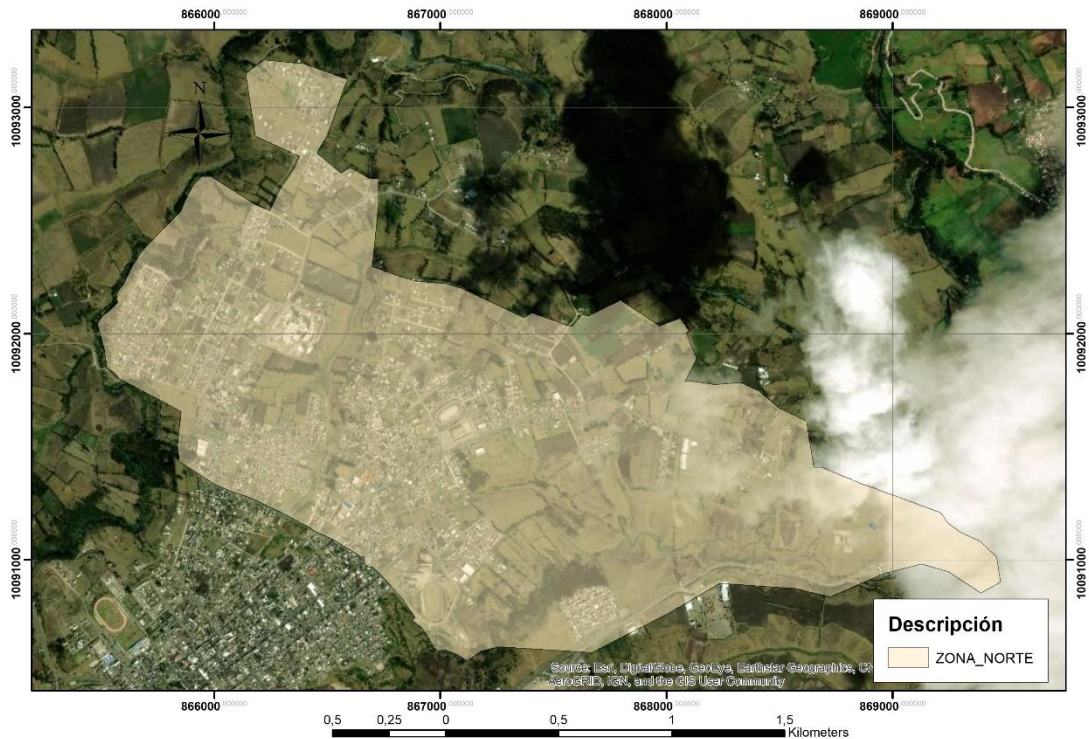


Figura 11: Cobertura zona Norte

### 4.1.2.2. Cobertura zona Centro Norte

Mediante el emparejamiento de datos de superficie y población con el SIG, se pudo obtener los datos para la zona Centro Norte, esta zona cubre una superficie total de 1.51 km<sup>2</sup>, el cual representa el 11.62% del total de la superficie de la ciudad, de igual forma, se conoce que cubre el 18.52 % del 100 % de la población de Tulcán, estos son 12836 habitantes que se encuentran en este sector.

Pese a no ser una zona con gran extensión de superficie en relación a la zona 1, cuenta con una población significativa a diferencia de solo 140 personas menos que la zona 1 que tiene 2.88 km<sup>2</sup> más de extensión, estas circunstancias se definen por la densidad poblacional y por la participación de sectores comerciales y residenciales. Tabla 9

Tabla 9: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Centro Norte

| Zona              | Superficie en Km     | Porcentaje | Habitantes | Porcentaje |
|-------------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Zona Centro Norte | 1.51 km <sup>2</sup> | 11.62%     | 12836      | 18.52 %    |

### COBERTURA ZONA CENTRO NORTE

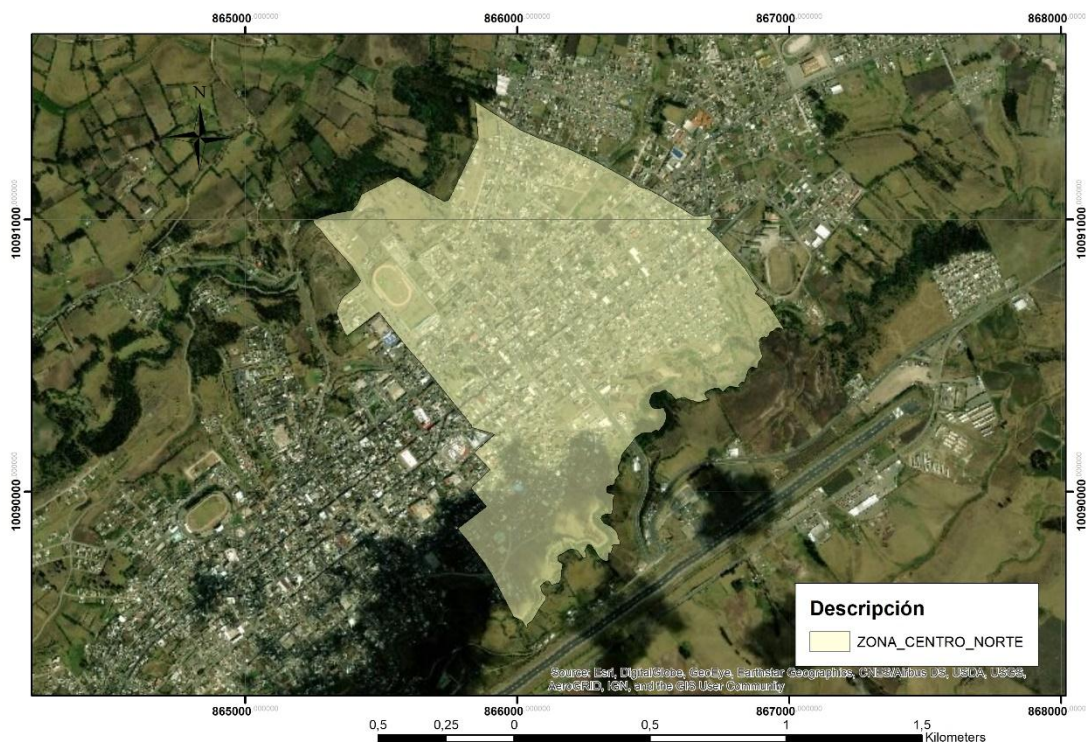


Figura 12: Cobertura zona Centro Norte

#### 4.1.2.3. Cobertura zona Centro

Así como las anteriores zonas, se ha definido los datos para la zona Centro acotejando datos estadísticos en el SIG, esta zona abarca una superficie de 1.33 km, se encuentra en el parte central de la ciudad y es la zona con menos superficie de las 5 totales, representando únicamente el 10.23% de la ciudad, en esta área de 1.33 km existen 11796 habitantes lo que representa el 17.02 % del total de la población, particularmente es un valor importante pese a que siendo la zona más pequeña no tiene mucha diferencia en densidad poblacional con las anteriores zonas. Es una zona que cubre sectores de gran concentración de comercio y al igual que para todas las zonas se destina un recorrido de lunes a Domingo. Tabla 10

Tabla 10: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Centro

| Zona        | Superficie en Km     | Porcentaje | Habitantes | Porcentaje |
|-------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Zona Centro | 1.33 km <sup>2</sup> | 10.23%     | 11796      | 17.02 %    |

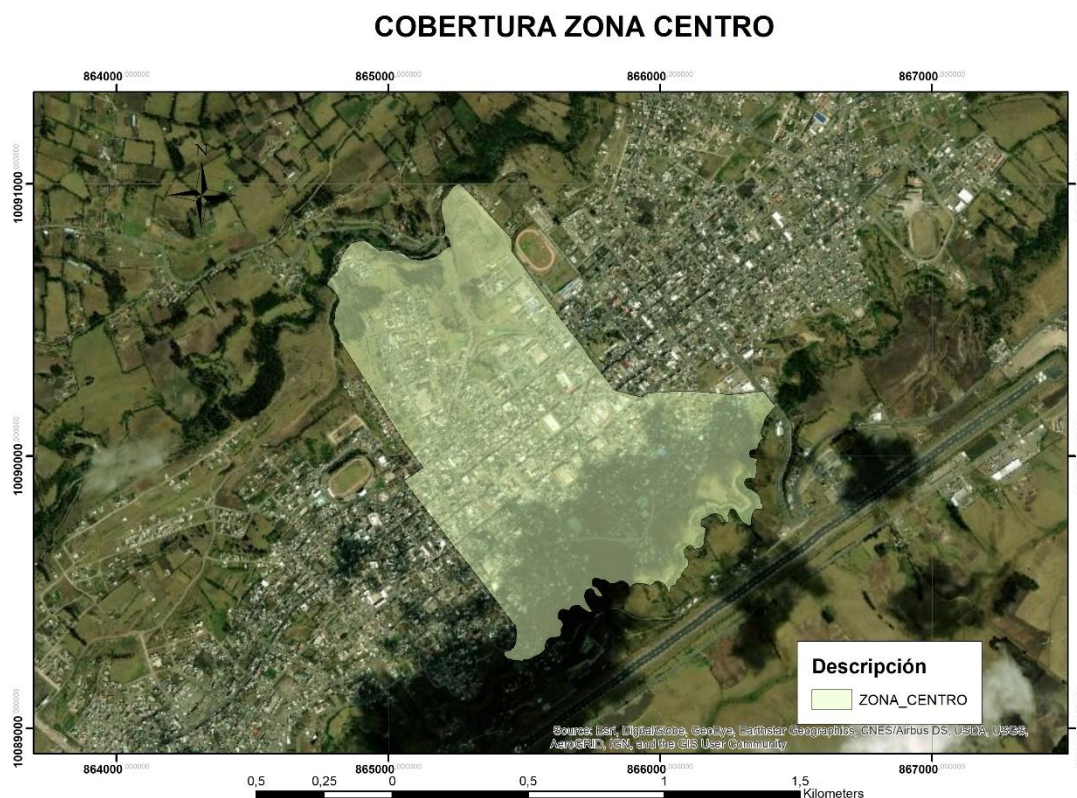


Figura 13: Cobertura zona Centro

#### 4.1.2.4. Cobertura zona Centro Sur

La zona Centro Sur es una de las de mayor extensión, cuenta con 2.05 km<sup>2</sup>, esto representa el 15.77 % de la superficie total de la ciudad, en esta zona existen 16868 habitantes, los que representan el 24.33 % de la población de la ciudad de Tulcán.

Esta zona abarca una gran extensión y cubre el sector universitario de la ciudad, además es la zona con mayor densidad poblacional pese a no ser la más importante en cuanto a superficie, esto se da por el importante movimiento comercial y crecimiento poblacional que existe en el sector.

Cabe destacar que esta zona por su longitud e importante concentración de habitantes tiene una asignación de dos rutas de recogida de desechos y residuos sólidos.

Tabla 11: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Centro Sur

| Zona            | Superficie en Km     | Porcentaje | Habitantes | Porcentaje |
|-----------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Zona Centro Sur | 2.05 km <sup>2</sup> | 15.77 %    | 16868      | 24.33 %    |

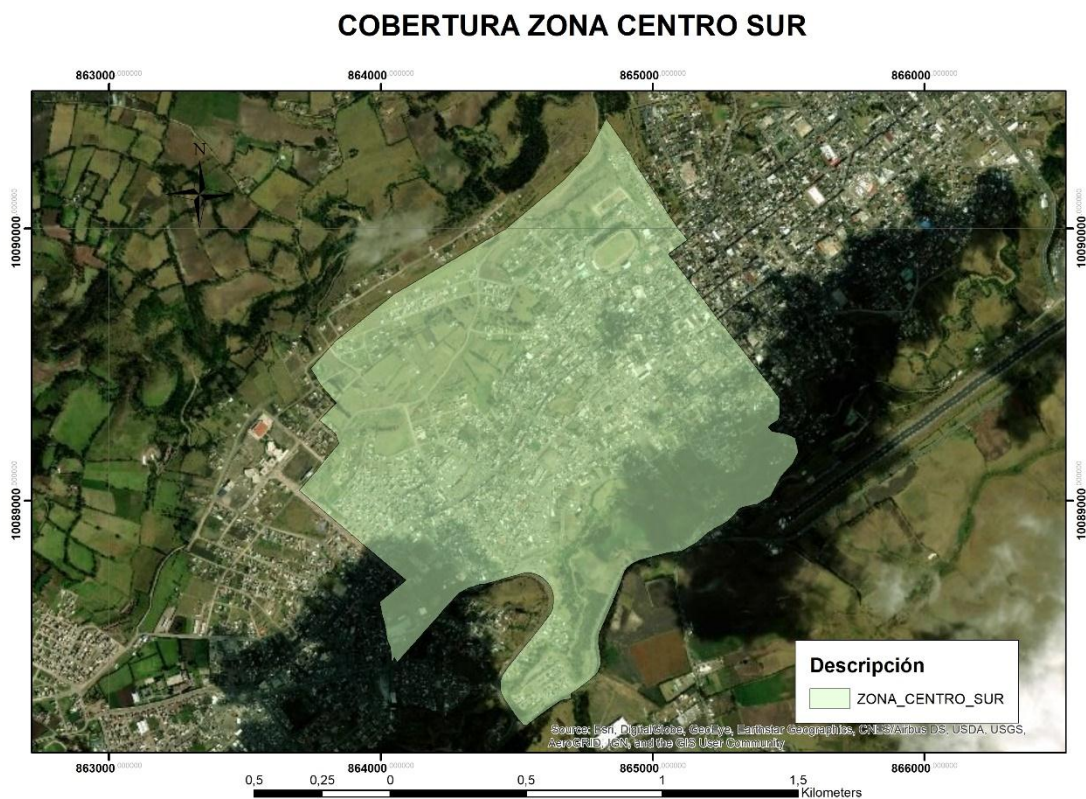


Figura 14: Cobertura zona Centro Sur

#### 4.1.2.5. Cobertura zona Sur

Al igual que el proceso para la obtención de datos de las anteriores zonas, se hizo uso del SIG y mediante el emparejamiento de datos de población y superficie se pudo estructurar la zona y establecer que tiene una superficie de 3.72 km<sup>2</sup>, esto representa el 28.61% del total de la superficie de la ciudad, y cuenta con 14840 habitantes, siendo esta una cifra importante ya que

es la segunda zona con mayor densidad poblacional y se interpreta como el 21.40 % de la población total.

Esta zona se encuentra en el ingreso sur a la ciudad, y de igual manera que la zona Centro Sur se asigna dos rutas de recogida de desechos y residuos sólidos para satisfacer la gran extensión y la significativa cantidad de personas.

Tabla 12: Porcentajes de cubrimiento por superficie y población zona Sur

| Zona     | Superficie en Km     | Porcentaje | Habitantes | Porcentaje |
|----------|----------------------|------------|------------|------------|
| Zona Sur | 3.72 km <sup>2</sup> | 28.61%     | 14840      | 21.40 %    |

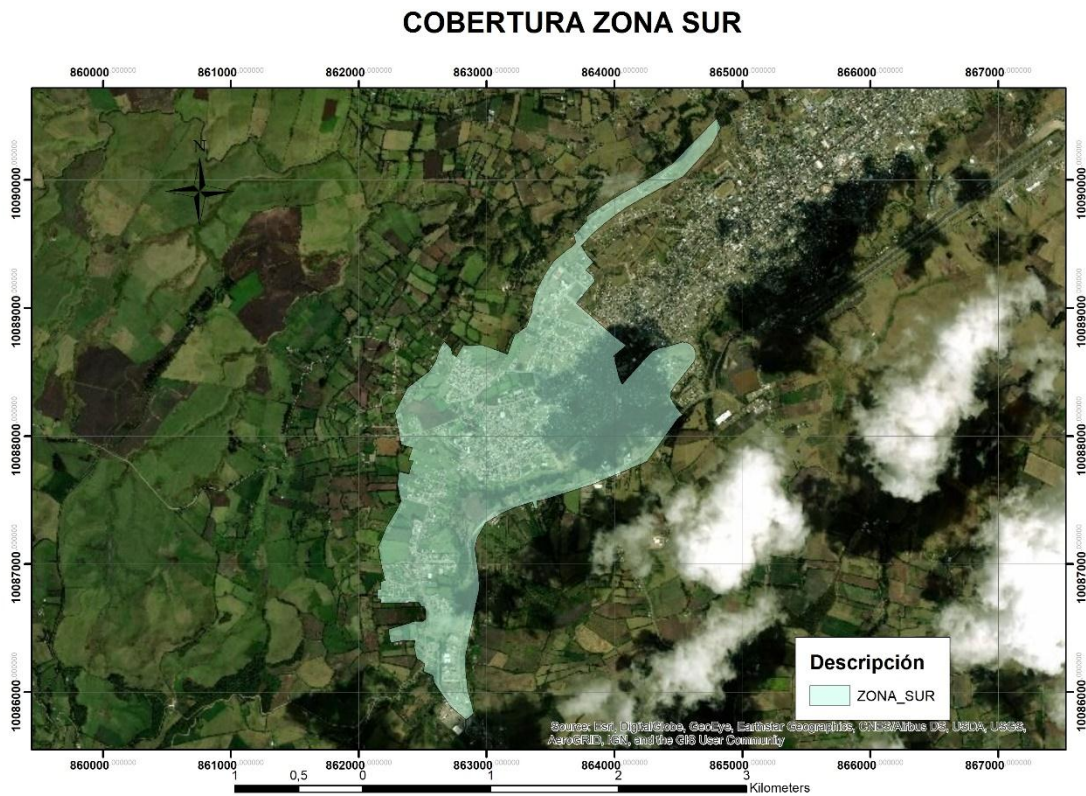


Figura 15: Cobertura zona Sur

#### 4.1.3. Rutas actuales en cada una de las zonas

Para obtener las rutas actuales se hizo el uso de dispositivos GPS, que se consignaron a cada uno de los vehículos recolectores con el fin obtener datos reales, los cuales se descargaron sobre el mapa de la ciudad de Tulcán, esto permitió determinar las rutas actuales en operación y

obtener información, como la longitud, área, tiempo transcurrido, número de personas atendidas y un promedio de basura que se produce en cada una de las rutas, a través del método de acera que se utiliza en la recogida, se realizó el levantamiento de la información de una manera más sencilla, para posterior así poder graficar mediante ARCGIS las calles de la ciudad donde los recolectores brindan el servicio, también se toma en cuenta puntos de partida y llegada.

Los datos de las rutas actuales que se presentados a continuación corresponden a cada una de las zonas que comprenden la ciudad de Tulcán, se puede observar los recorridos de mayor y menor longitud correspondiente a la zona Sur con una distancia total de recorrido de 92.2km, cabe destacar que en esta zona está dividida en dos rutas, puesto que se produce mayor cantidad de desechos y la de menor recorrido comprendiente a la zona Centro con una longitud de recorrido con un valor de 21.1 km. Tabla 17 y Tabla 15

En las Tabla 15 y Tabla 16 se aprecia valores de las rutas con mayor área cubierta, correspondientes a la zona Centro con un total de 6,6km y la zona Centro Sur la de menor área con un valor de 1.3km.

En las Tabla 17 y Tabla 13 se pudo identificar que las zonas en las cuales se emplean mayor tiempo de recorrido es la zona Sur con un tiempo total de 14h 46m 47s puesto que esta se divide en dos rutas, y la zona en la que se emplea menor tiempo de recogida corresponde a la zona Norte con un tiempo de 4h 47m 13s.

En las Tabla 15 y Tabla 16 se identifica las zonas que atienden mayor cantidad de habitantes y promedio de basura generada, de las cuales la zona Centro tiene la representación más baja en el número de habitantes atendidos con un total de 11796, en cuanto a producción de basura su promedio es de 9.2 Ton diarias, y la zona con mayor cantidad de habitantes atendidos corresponde a la zona Centro Sur, con un total de 16868 y un promedio de basura de 13.4ton diarias.

#### 4.1.3.1. Recorridos ruta Norte: Av. Argentina – Rumichaca

La ruta establecida para el servicio de recogida, ruta Norte empieza desde la Av. Argentina y finaliza en Rumichaca, esta se realiza en un solo turno de lunes a domingo en horarios de la mañana, la cual inicia a las 6am, tanto para el conductor como ayudantes, su hora de salida

depende que tan pronto cubran la ruta, tomando en cuenta también que tienen que vaciar el recolector en el relleno. Figura 16

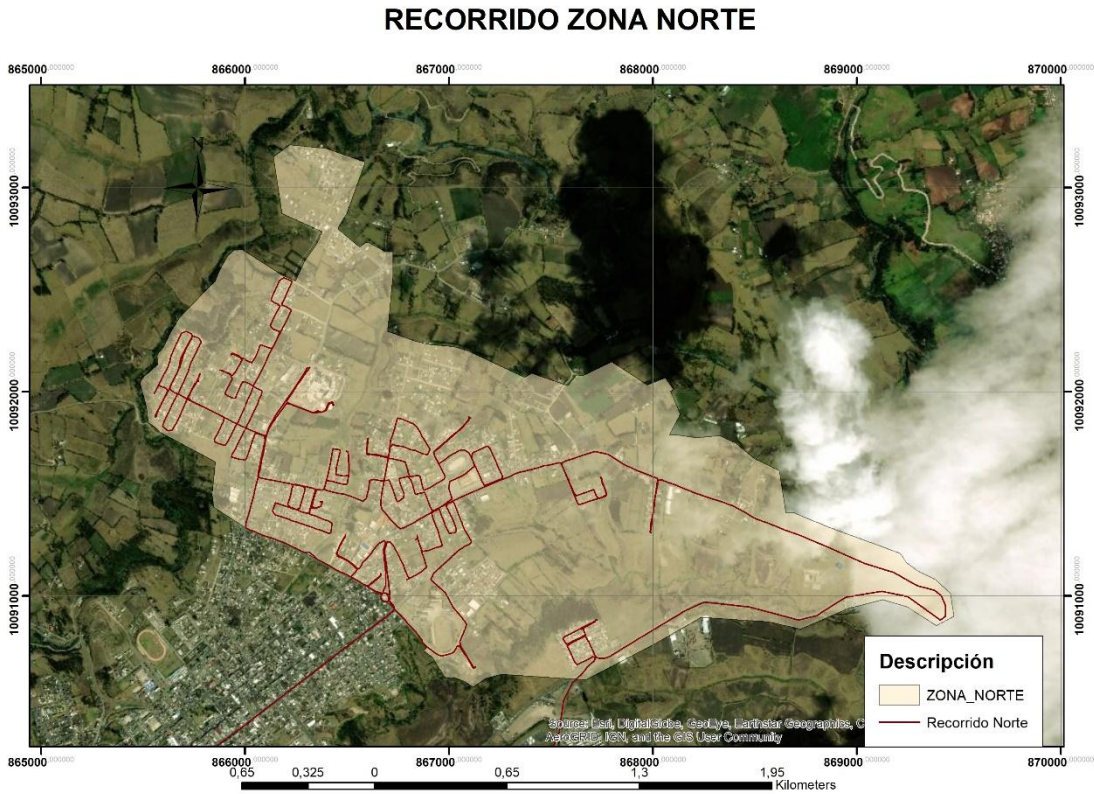


Figura 16: Recorridos zona Norte

En la Tabla 13 se muestra los datos obtenidos correspondientes a la ruta Norte, como se puede observar la longitud de recorrido del vehículo es de 38.8 km, lo que porcentual mente representa un 15% del recorrido total que se realiza diariamente en todas las rutas de la ciudad de Tulcán, esta cubre un área total de 5.3 kilómetros en un tiempo aproximado de 4h 47m 13s en ruta, tomando en cuenta que el vehículo realiza paradas en su trayecto en rectas y bajadas además del cumplimiento de las leyes de transito como semáforos entre otros factores, atendiendo un total de 12976 habitantes en esta zona, y a su vez esta produce un promedio de basura de 10.188 toneladas que representa el 19% del total de la basura producida en la ciudad en un día, lo que quiere decir que en promedio por habitante se produce 0.76 kilogramos de desechos.

Tabla 13: Vehículo -Ruta Norte

| RUTA NORTE          |                  |
|---------------------|------------------|
| FRECUENCIA          | Lunes a Domingo  |
| HORARIO DE TRABAJO  | 6:00am - 12:30pm |
| LONGITUD            | 38.8km           |
| ÁREA                | 5.3Km            |
| TIEMPO TRANSCURRIDO | 4:47:13 h        |
| HABITANTES_ATEN     | 12976            |
| PROD_BASUR          | 10188,8002 kg    |

#### 4.1.3.2. Recorridos ruta Centro Norte: Av. Argentina –Parque Ayora, Av. Panamá

El punto inicial de partida de esta ruta empieza desde la Av. Argentina y finaliza en el parque Ayora Av. Panamá, la hora de inicio del recorrido es en horarios de la mañana de 6am de lunes a domingo tanto para el conductor y ayudantes su labor finaliza con el vaciado del vehículo en el relleno. Figura 17

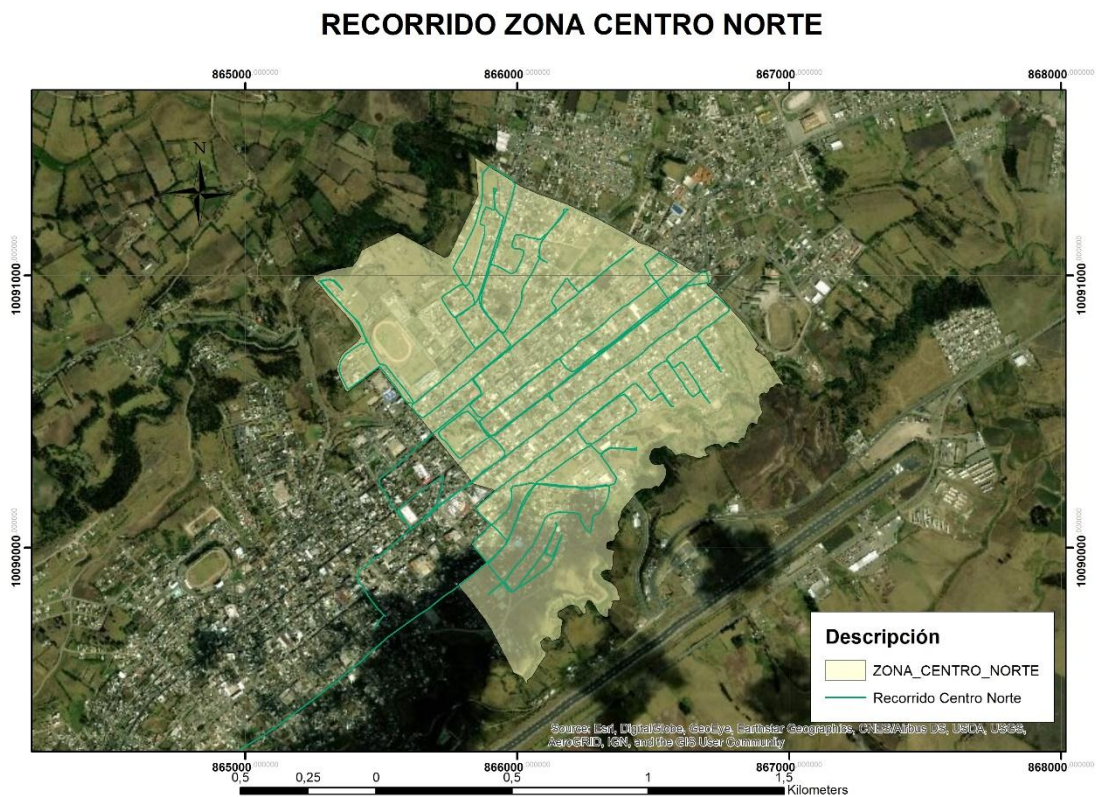


Figura 17: Recorridos zona Centro Norte

En la Tabla 14 se indica los datos reales correspondientes a la ruta actual zona Centro Norte que realiza el vehículo recolector de desechos, se observa que la longitud de recorrido del vehículo es de 31,6 km que representa el 12% del total de recorrido que se realiza diariamente en todas las rutas de la ciudad de Tulcán, cubriendo un área de 1.4 kilómetros, en un tiempo trabajo de 6h 01m 58s hasta el momento que el vehículo llega al relleno, atendiendo en todo el trayecto de recogida aproximadamente a 12836 personas, las cuales producen un promedio de basura de 8.5 toneladas diarias esto es un 16% en relación a lo que se produce en toda la ciudad, en promedio cada personas estaría produciendo 0.76 kilogramos de desechos.

Tabla 14: Vehículo - Ruta Centro Norte

| <b>RUTA CENTRO NORTE</b> |                  |
|--------------------------|------------------|
| FRECUENCIA               | Lunes a Domingo  |
| HORARIO DE TRABAJO       | 6:00am - 12:30pm |
| LONGITUD                 | 31.6 km          |
| ÁREA                     | 1.4 Km           |
| TIEMPO TRANSCURRIDO      | 6:01:58 h        |
| HABITANTES_ATEN          | 12836            |
| PROD_BASUR               | 8515,2002 kg     |

#### 4.1.3.3. Recorridos ruta Centro: Av. Panamá – Av. Nueve de octubre

El punto de partida de la ruta Centro inicia desde la Av. Panamá hasta la Av. nueve de octubre, la que se realiza en horarios de la tarde 14pm, su labor finaliza al cumplir con la ruta y vaciado del vehículo recolector en el relleno. Figura 18

## RECORRIDO ZONA CENTRO

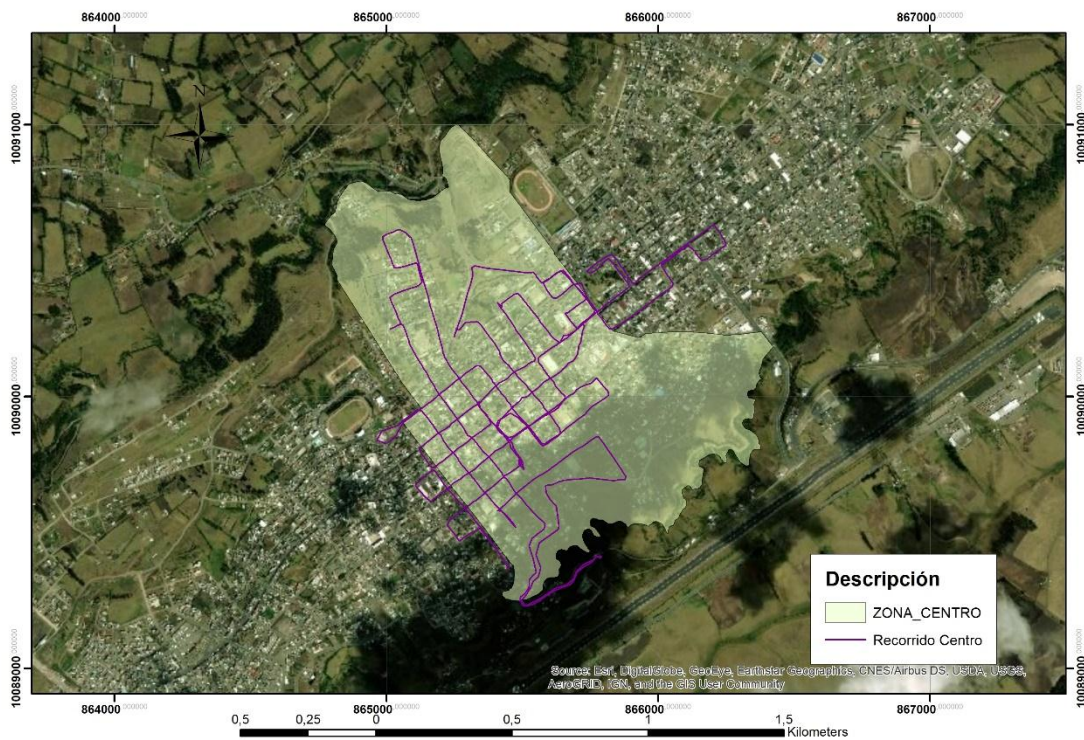


Figura 18: Recorridos zona Centro

En la Tabla 15 se observa los datos obtenidos después del levantamiento de la información pertenecientes a la zona Centro, se determinó que se realiza una sola ruta la cual tiene como longitud de recorrido de 21.1 km esto es el 8% en relación al recorrido diario de toda la ciudad, esto quiere decir que esta ruta consume menos recursos en relación a las demás, cubriendo un área de 66520 metros en un tiempo de 5h 07m 16s, desde que inicia la ruta hasta que finaliza su última actividad en el relleno vaciando el recolector, esta ruta atiende a 11796 habitante, las que producen 9.24 Ton diarias en proporción el 17% de basura que se produce en toda la ciudad esto quiere decir que cada habitante produce aproximadamente 0.76 kilogramos diarios.

Tabla 15: Vehículo - Ruta Centro

| <b>RUTA CENTRO</b>  |                 |
|---------------------|-----------------|
| FRECUENCIA          | Lunes a Domingo |
| HORARIO DE TRABAJO  | 14:30pm         |
| LONGITUD            | 21.1 km         |
| ÁREA                | 66520           |
| TIEMPO TRANSCURRIDO | 5:07:16 h       |
| HABITANTES_ATEN     | 11796           |
| PROD_BASUR          | 9244,8002 kg    |

#### 4.1.3.4. Recorridos ruta Centro Sur: Av. Nueve de octubre – Av. Universitaria

El punto de partida de la ruta Centro Sur empieza en la Av. Nueve de octubre y finaliza en la avenida universitaria. Está dividida en dos rutas A y B, el recorrido empieza en horarios de la mañana de 6:00 am y finaliza al cumplir con la ruta y el respectivo vaciado del vehículo en el relleno, además cabe recalcar que cada ruta se la realiza pasando un día esto por tener mayor superficie que cubrir. Figura 19

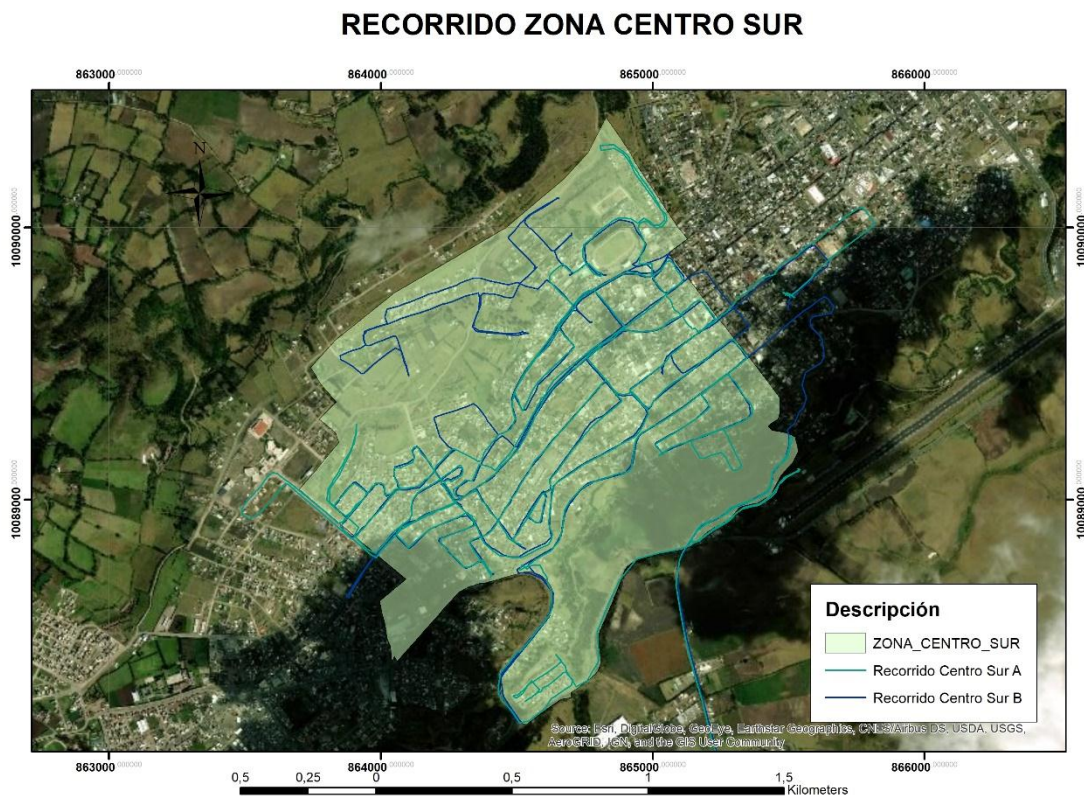


Figura 19: Recorridos zona Centro Sur

En la Tabla 16 se muestra los datos que se obtuvieron de la ruta actual Centro Sur A y B correspondientes a la zona Centro Norte, la que se encuentra repartida en dos por la extensión a cubrir por los recolectores, cabe recalcar que estas rutas se las realiza pasando un día para cada lado, se obtuvieron los siguientes datos, Centro Sur A en esta ruta se recorre una longitud de 33.3km lo que representa el 12.7%. Para Centro Sur B es de 33.7km en porcentaje el 13.3% mayor que la ruta Centro Sur A en un 0.6% de longitud, tomando en relación el total de la longitud que se recorre diariamente en todas las rutas de la ciudad, se cubre una área de 0.3kilometros para Centro Sur A y en B de 1.0kilometros, el tiempo que se emplea es de 5h

24m 01s esto en Centro Sur A en porcentaje el 68% , en Centro Sur B es 6h 04m 36s que representa el 76% con una diferencia de 40 minutos que es el 8% en relación a la ruta Centro Sur B, se atiende aproximadamente a 16868 habitantes, esta zona tiene más habitantes que cualquiera de las 5 zonas, la producción de basura es de 13.46ton de basura que es el 25% del total que se produce en toda la ciudad diariamente, esto quiere decir que cada personas produce alrededor de 0.76 kilogramos, según los datos actuales de ambas rutas la que estaría produciendo mayor cantidad de desechos sería la ruta Centro Sur B hasta en un 8% en relación a la ruta Centro Sur A ,esto puede ser porque existen actividades comerciales.

Tabla 16: Vehículo - Ruta Centro

| <b>RUTA CENTRO SUR</b> |                              |
|------------------------|------------------------------|
| FRECUENCIA             | Lunes a Domingo              |
| HORARIO DE TRABAJO     | 6:00am - 12:30pm             |
| LONGITUD               | 32.3 km (A)- 33.8 km(B)      |
| ÁREA                   | 0.3 km (A) - 1.0 km (B)      |
| TIEMPO TRANSCURRIDO    | 5:24:17 h (A) - 6:04:36h (B) |
| HABITANTES_ATEN        | 16868                        |
| PROD_BASUR             | 13468,8002 kg                |

#### 4.1.3.5. Recorridos ruta Sur: Av. Universitaria – Obelisco

El recorrido de la zona Sur inicia en la Av. Universitaria y finaliza en el Obelisco, esta ruta está dividida en dos Sur A y B, se realiza pasando un día para cada lado, esto se debe a que su área a cubrir es mayor a la de las demás zonas, las rutas empiezan en horarios de la mañana y finalizan al culminar con el recorrido y el vaciado del vehículo recolector en el relleno. Figura 20

## RECORRIDO ZONA SUR

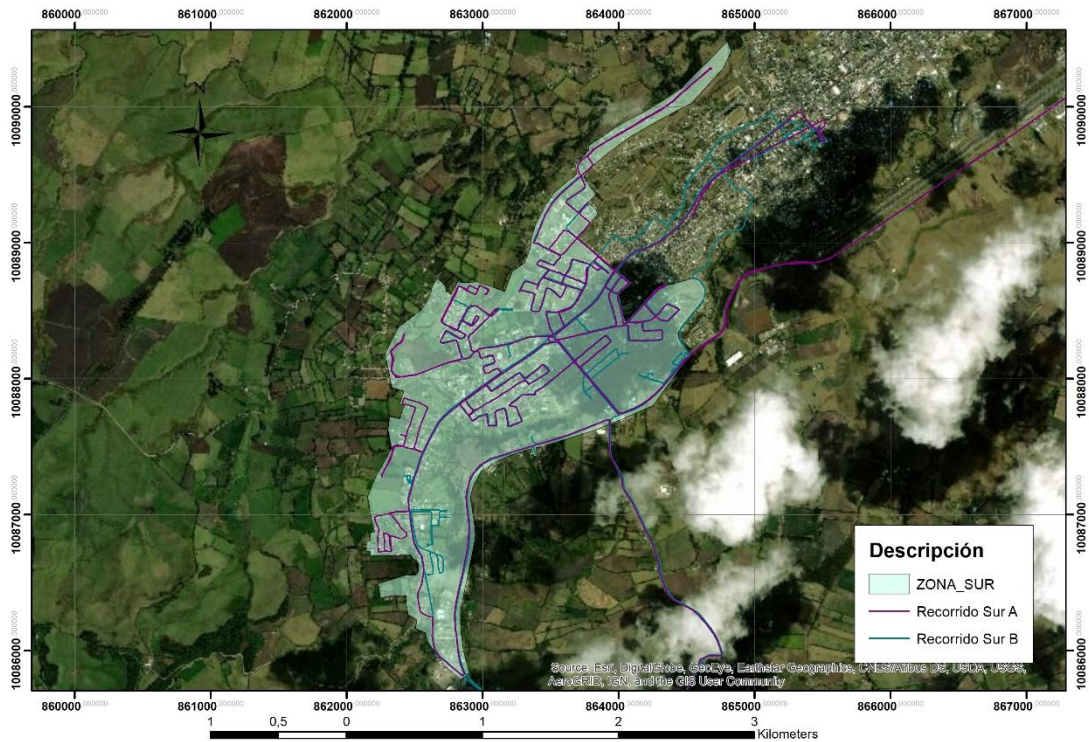


Figura 20: Recorridos zona Sur

En la Tabla 17 se analiza los datos obtenidos que representa la situación actual de la zona Sur, está compuesta por dos rutas Sur A y B en las que se determinó, para A que la longitud que se recorre en todo su trayecto 39.7km representa un 16% en relación a el total de recorrido en la ciudad. En B es del 52.5km en porcentaje el 23%, esto es superior a la ruta A en 17km porcentualmente el 7% , del total de recorrido de la ciudad de Tulcán, en área cubierta para A es de 1.9kilometros, en B de 3kilometros, el tiempo transcurrido para A es de 6h 43m 4s, en B se tiene un tiempo de 8h 03m 06s, esta ruta excede representativamente con 3h 19m 25s porcentualmente 42% más que la ruta A, en esta zona los vehículos recolectores atienden a un aproximado de 14840 habitantes las cuales producen un promedio diario de basura de 11.9ton esto es 22% en relación al total del que se produce en las 5 cinco zonas, lo que refleja que por habitante se produce alrededor de 0.76 kilogramos de desechos, evidentemente en la ruta que se emplean más recursos es la ruta B, esto puesto a que se emplea mayor tiempo de recorrido y mayor distancia.

Tabla 17: Vehículo – Ruta Sur

| <b>RUTA SUR</b>    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| FRECUENCIA         | Lunes a Domingo           |
| HORARIO DE TRABAJO | 6:00am - 12:30pm          |
| LONGITUD           | 39.7 km (A)- 52.5 km(B)   |
| ÁREA               | 1.9 km (A) - 3.0 km (B)   |
| TIEMPO             | 6:43:41 h (A) - 08:03:06h |
| TRANSCURRIDO       | (B)                       |
| HABITANTES_ATEN    | 14840                     |
| PROD_BASUR         | 11910,4002 kg             |

#### 4.1.4. Generación de rutas óptimas para cada zona.

Mediante el software “ArcGIS”, se simularon las nuevas rutas para cada zona, el sistema se basa en un modelo VRP (problema de ruteo vehicular) de programación lineal del punto más cercano donde el software plantea la ruta de acuerdo a los puntos que se encuentren más cerca de la ubicación del vehículo, se simularon las nuevas rutas para cada zona, de acuerdo al mapa vial de la ciudad se tomó en cuenta el direccionamiento de las vías para que el sistema arroje una ruta sustentable. Esto asegura el sentido que debe tomar el vehículo en la recogida, para poder llegar a cada punto de la ciudad.

Se asignó únicamente un vehículo para cada zona inclusive para las zonas Centro Sur y Sur que en las rutas actuales cuentan con dos rutas de recogida de desechos y residuos sólidos, esto debido a que el municipio cuenta con 5 unidades una para cada zona y con el fin de que el servicio llegue todos los días a todos los sectores, se tomó en cuenta la capacidad del vehículo únicamente para comprobar si el vehículo cubre la demanda de cada zona o a su vez si la demanda sobrepasa la capacidad del vehículo que con base en la información otorgada por las autoridades municipales es de hasta 11 toneladas por vehículo.

Es importante señalar que cada ruta ha sido simulada desde el punto de partida de los vehículos, que se encuentra en la intersección de la avenida 10 de agosto y Colon junto al municipio, hasta el depósito de desechos que se encuentra en la parte sur del ingreso a la ciudad, y los vehículos tienen un parámetro de velocidad promedio de 12 km/h, dato obtenido de los promedios de las velocidades manejadas en las rutas actuales.

A continuación, se presenta la gráfica con las rutas simuladas para las cinco zonas de la ciudad.

Figura 21

## COBERTURA EN LAS ZONAS DE TULCÁN

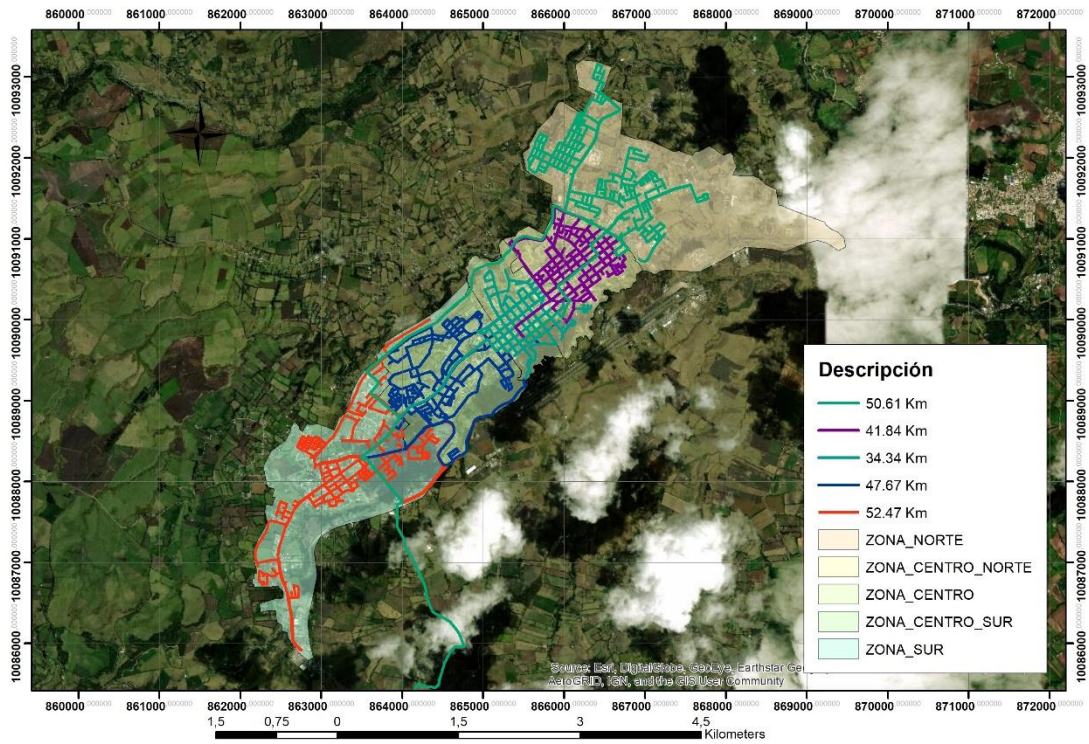


Figura 21: Generación ruta óptima en las 5 zonas

### 4.1.4.1 Generación ruta óptima zona Norte

Para la zona uno la simulación presenta como mejor direccionamiento para el vehículo la siguiente ruta. Figura 22

## COBERTURA DE LA ZONA NORTE

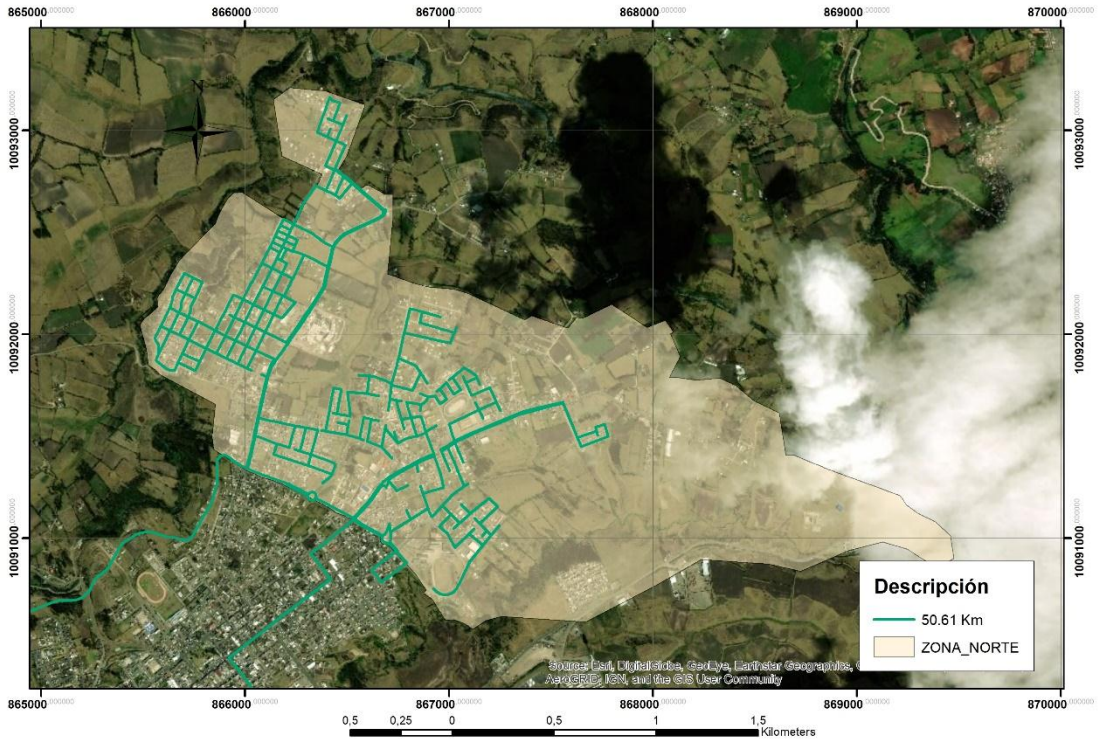


Figura 22: Generación ruta óptima zona Norte

Obteniendo como resultados de la nueva ruta, los siguientes datos. Tabla 18

Tabla 18: Datos de simulación zona Norte

| Longitud km | Tiempo   |
|-------------|----------|
| 50.61 km    | 04:13:05 |

La nueva ruta simulada presenta una mayor longitud de recorrido en comparación con la ruta actual del vehículo debido a que en la ruta simulada se atiende a más puntos que los que atiende la ruta actual, pero el lapso que toma el recorrido de la ruta simulada es menor que la ruta actual, por lo que se puede afirmar tener una optimización significativa en tiempo de recorrido de 34 minutos y 08 segundos. Tabla 19

Tabla 19: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Norte

| Ruta Actual |          | Ruta Simulada |          | Optimización |          |
|-------------|----------|---------------|----------|--------------|----------|
| Longitud km | Tiempo   | Longitud km   | Tiempo   | Longitud km  | Tiempo   |
| 38.8 km     | 04:47:13 | 50.61 km      | 04:13:05 | -----        | 00:34:08 |

La optimización de los recursos en este caso el tiempo mejora la gestión con la que se realiza la recogida de desechos y residuos sólidos, esta ruta se encuentra dentro de los parámetros de capacidad del vehículo recolector, se satisface a 12976 personas por el promedio de producción por persona de 0.76, da un total de 9.9 toneladas por día.

#### 4.1.4.2 Generación ruta óptima zona Centro Norte

La simulación para la ruta de la zona dos, presenta como mejor direccionamiento para el vehículo la siguiente ruta. Figura 23

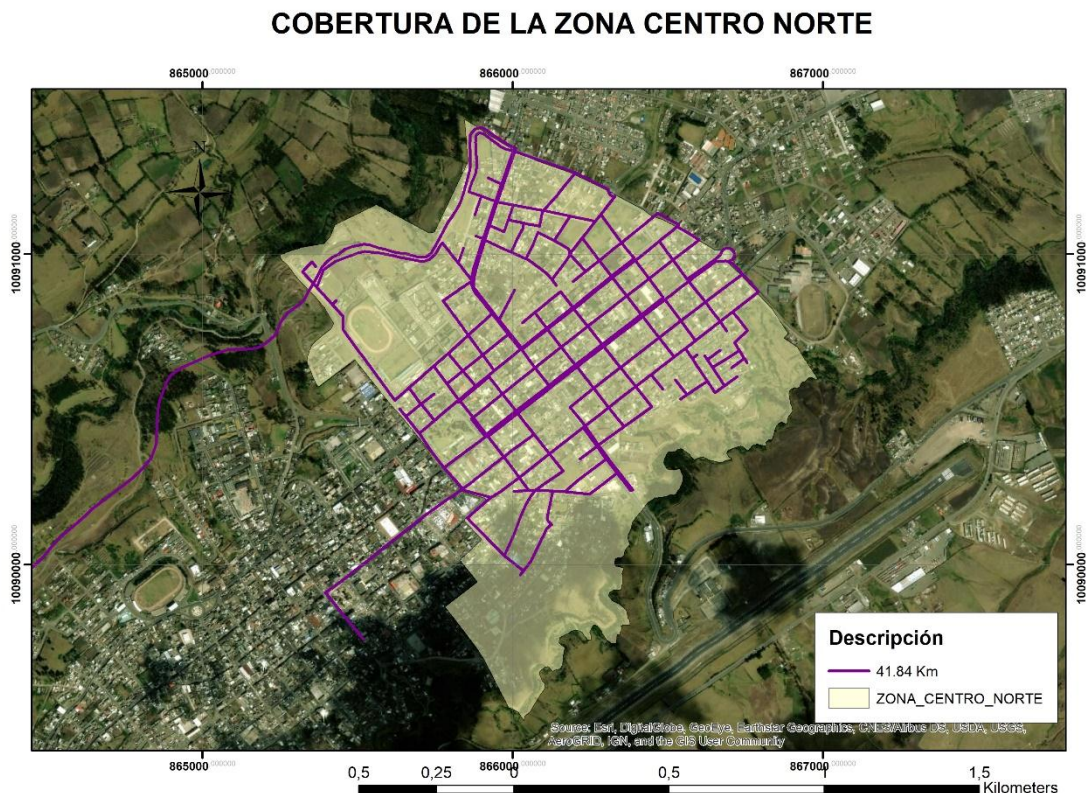


Figura 23: Generación ruta óptima zona Centro Norte

Obteniendo como resultados de la nueva ruta los, siguientes datos. Tabla 20

Tabla 20: Datos de simulación zona Centro Norte

| Longitud km | Tiempo   |
|-------------|----------|
| 41.84 km    | 03:29:20 |

La nueva ruta simulada presenta una mayor longitud de recorrido en comparación con la ruta actual del vehículo, esto debido a que se atienden más puntos, pero el lapso que toma el recorrido de la ruta simulada es menor que la ruta actual, por lo que se puede afirmar que se tiene una importante optimización en tiempo de recorrido de 2 horas con 32 minutos y 38 segundos. Tabla 21

Tabla 21: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Centro Norte

| Ruta Actual |          | Ruta Simulada |          | Optimización |          |
|-------------|----------|---------------|----------|--------------|----------|
| Longitud km | Tiempo   | Longitud km   | Tiempo   | Longitud km  | Tiempo   |
| 31.6 km     | 06:01:58 | 41.84 km      | 03:29:20 | -----        | 02:32:38 |

La optimización de los recursos en este caso el tiempo mejora la gestión con la que se realiza la recogida de desechos y residuos sólidos, esta ruta se encuentra dentro de los parámetros de capacidad del vehículo recolector, se satisface a 12836 personas por el promedio de producción por persona de 0.76, da un total de 9.8 toneladas por día.

#### 4.1.4.3 Generación ruta óptima zona Centro

La simulación para la ruta de la zona tres, presenta como mejor direccionamiento para el vehículo la siguiente ruta. Figura 24

## COBERTURA DE LA ZONA CENTRO

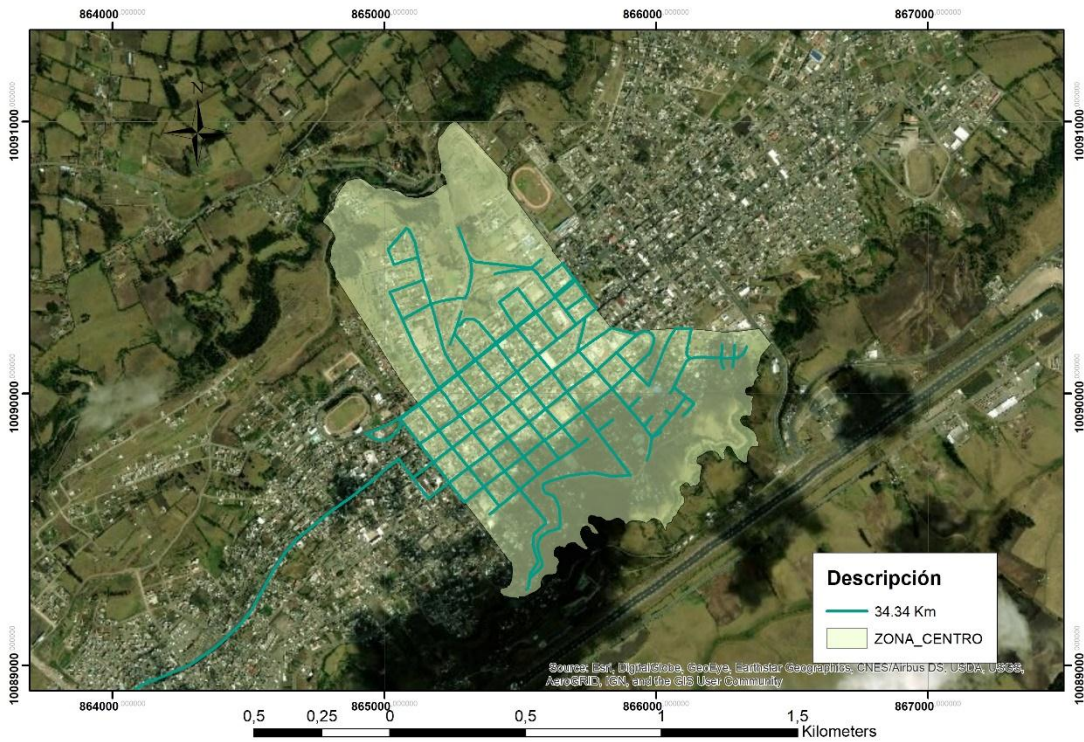


Figura 24: Generación ruta óptima zona Centro

Obteniendo como resultados de la nueva ruta los siguientes datos. Tabla 22

Tabla 22: Datos de simulación zona Centro

| Longitud km | Tiempo   |
|-------------|----------|
| 31.34 km    | 02:36:07 |

La nueva ruta simulada presenta una mayor longitud de recorrido en comparación con la ruta actual del vehículo, porque esta ruta llega a más puntos, pero el lapso que toma el recorrido de la ruta simulada es menor que la ruta actual, por lo que se puede afirmar que se tiene una importante optimización en tiempo de recorrido de 2 horas con 31 minutos y 09 segundos. Tabla 23

Tabla 23: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Centro

| Ruta Actual |          | Ruta Simulada |          | Optimización |          |
|-------------|----------|---------------|----------|--------------|----------|
| Longitud km | Tiempo   | Longitud km   | Tiempo   | Longitud km  | Tiempo   |
| 21:1 km     | 05:07:16 | 31.34 km      | 02:36:07 | -----        | 02:31:09 |

La optimización de los recursos en este caso el tiempo mejora la gestión con la que se realiza la recogida de desechos y residuos sólidos, esta ruta se encuentra dentro de los parámetros de capacidad del vehículo recolector, se satisface a 11796 personas por el promedio de producción por persona de 0.76, da un total de 9.1 toneladas por día.

#### 4.1.4.4 Generación ruta óptima zona Centro Sur

La simulación para la ruta de la zona Centro Sur, presenta como mejor direccionamiento para el vehículo la siguiente ruta. Figura 25



Figura 25: Generación ruta óptima zona Centro Sur

Obteniendo como resultados de la nueva ruta los siguientes datos. Tabla 24

Tabla 24: Datos de simulación zona Centro Sur

| Longitud km | Tiempo   |
|-------------|----------|
| 47.67 km    | 03:58:35 |

La nueva ruta simulada presenta una significativa disminución en la longitud de recorrido en comparación con las dos rutas actuales que son asignadas a esta zona, de la misma manera el lapso que toma el recorrido de la ruta simulada es menor, por lo que se puede afirmar que tener una importante optimización tanto en longitud con 18.43 km optimizados, como en tiempo de recorrido con 7 horas con 30 minutos y 18 segundos más rápido, en relación con las dos rutas actuales dispuestas para esta zona. Tabla 25 y Tabla 26

Tabla 25: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Centro Sur

| Ruta Actual |          |             |          |               |          |
|-------------|----------|-------------|----------|---------------|----------|
| Ruta A      |          | Ruta B      |          | Ruta Simulada |          |
| Longitud km | Tiempo   | Longitud km | Tiempo   | Longitud km   | Tiempo   |
| 32.3 km     | 05:24:17 | 33.8 km     | 06:04:36 | 47.67 km      | 03:58:35 |

Tabla 26: Optimización ruta simulada Centro Sur

| Optimización |          |
|--------------|----------|
| Longitud km  | Tiempo   |
| 18.43 km     | 07:30:18 |

Es importante recalcar que se asignó un solo vehículo como para las demás zonas y aunque se obtiene una optimización en la ruta, la capacidad de carga del vehículo recolector no satisface la demanda, en la ruta se brinda el servicio a 16868 personas por la producción de basura por persona que es de 0.76 kilogramos, se obtiene una producción de 12.8 toneladas, dato que estaría por fuera de la capacidad del vehículo recolector.

#### 4.1.4.5 Generación ruta óptima zona Sur

La simulación para la ruta de la zona cinco, presenta como mejor direccionamiento para el vehículo la siguiente ruta. Figura 26

## COBERTURA DE LA ZONA SUR

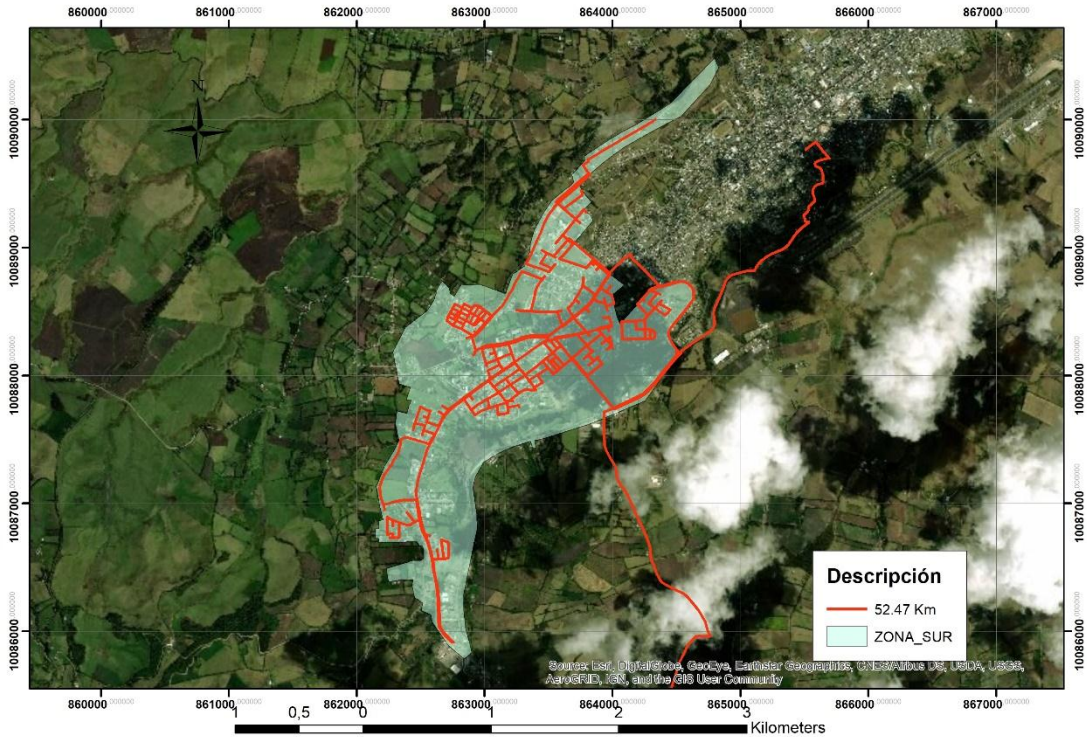


Figura 26: Generación ruta óptima zona Sur

Obteniendo como resultados de la nueva ruta los siguientes datos. Tabla 27

Tabla 27: Datos de simulación zona Sur

| Longitud km | Tiempo   |
|-------------|----------|
| 52.47 km    | 04:22:35 |

La nueva ruta simulada presenta una significativa disminución en la longitud de recorrido en comparación con las dos rutas actuales que son asignadas a esta zona, de la misma manera el lapso que toma el recorrido de la ruta simulada es menor, por lo que se puede afirmar que tener una importante optimización tanto en longitud con 39.73 km optimizados, como en tiempo de recorrido de 10 horas con 24 minutos y 12 segundos más rápido, en relación con las dos rutas actuales dispuestas para esta zona. Tabla 28 y Tabla 29

Tabla 28: Comparación ruta actual con ruta simulada zona Sur

| Ruta Actual |          |             |          |               |          |
|-------------|----------|-------------|----------|---------------|----------|
| Ruta A      |          | Ruta B      |          | Ruta Simulada |          |
| Longitud km | Tiempo   | Longitud km | Tiempo   | Longitud km   | Tiempo   |
| 39.7 km     | 06:43:41 | 52.5 km     | 08:03:06 | 52:47 km      | 04:22:35 |

Tabla 29: Optimización ruta simulada Sur

| Optimización |          |
|--------------|----------|
| Longitud km  | Tiempo   |
| 39.73 km     | 10:24:12 |

Cabe recalcar que se asignó un solo vehículo como para las demás zonas y aunque se obtiene una optimización en la ruta, la capacidad de carga del vehículo recolector no satisface la demanda, en la ruta se brinda el servicio a 14840 personas por la producción de basura por persona que es de 0.76 kilogramos, se obtiene una producción de 11.3 toneladas, dato que estaría por fuera de la capacidad del vehículo recolector.

## 4.2. DISCUSIÓN

### 4.2.1. Comparación de rutas actuales con las propuestas

La presente investigación surge de la necesidad de una gestión apropiada del procesos de recogida de desechos para lo cual se han planteado objetivos a cumplir de acuerdo a la problemática que a nivel global está presente y se busca contrarrestar, esta actividad consume gran cantidad de recursos económicos los cuales no asegura que se realice una recogida eficiente, por esto se desarrolla estrategias que promuevan la eficiencia en los procesos de la ciudad de Tulcán, ha surgido problemáticas referentes al manejo inadecuado de recogida de desechos, por lo cual los municipios han visto en la necesidad de implementar sistemas de recogida con el finde dar un mejor control y manejo de los focos infecciosos.

#### 4.2.1.1. Acerca de los resultados obtenidos

La construcción de datos cuantitativos y mediciones se realizó en base a los objetivos planteados, se aplicó las diferentes técnicas de recolección con la finalidad de obtener información confiable y veras, la cual se obtuvo visitando al departamento de gestión ambiental quienes son encargados de que se lleve a cabo la recogida de desechos. Para así describir las características relevantes del sistema, además para la confiabilidad de la información se utilizó dispositivos GPS, con el fin de monitorear las operaciones que se realizan para cada ruta, donde se obtuvo hallazgos de las operaciones de recogida que se realiza, en las que se ha identificado las zonas y rutas con sus respectivos tiempos y distancias, además del número de habitantes atendidos y la generación de basura para cada una. Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17

Los resultados que se muestran en la Tabla 32, estos representan datos generales del sistema de recogida de desechos actual y propuesto tales como longitud y tiempo de recorrido los cuales son tomados para el cálculo de optimización de rutas.

Si bien es importante recalcar que una adecuada gestión logística, debería planificar las operaciones de recogida de residuos, ya sea para optimizar costos, tiempos y hasta reducir la contaminación ambiental que se dan a causa de las emisiones, por lo tanto, se requiere del cumplimiento de normativas y políticas ambientales del manejo de residuos tal como lo sugiere el CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, Que busca reducción del impacto ambiental mediante el manejo y control adecuado de desechos, por eso de las normativas que se tienen hacer cumplir en los GAD y las ciudades del país.

#### 4.2.1.2. Acerca del Sistemas actual de recogida

En la investigación realizada en el año 2018 – 2019, se obtuvo que el sistema actual de recogida de la ciudad Tulcán está dividida en cinco zonas, de las que se cubre una superficie total de 13km<sup>2</sup> y se atiende a una población de 69316 habitantes que producen un promedio de basura de 53.32 ton diarias. Acerca de las rutas, existen siete rutas con las que se cubre el total de las zonas, en las cuales todas se realizan en un solo recorrido a excepción de las zonas Centro Sur y Sur, que por su gran extensión a cubrir se divide en dos rutas, en general se obtuvo la longitud y tiempo de recorrido total. Tabla 30

Tabla 30: Total longitud - Tiempo (Rutas actuales)

| <b>RUTAS ACTUALES</b> | <b>LONGITUD</b> | <b>TIEMPO DE RECORRIDO</b> |
|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| TOTAL                 | 249,8km         | 42:12:07                   |

#### 4.2.1.3. Acerca de las rutas propuestas

En la propuesta planteada que se obtuvo de la simulación, esta presenta una mejor gestión operativa, en lo que refiere a longitud y tiempo de desplazamiento del vehículo relector, en los que además se consideró el nivel de atención al usuario y longitudes optimas de recorrido, esto por el impacto en costos de operaciones y medio ambientales, se obtuvo la siguiente información, Tabla 31 el número de rutas reduciría a cinco y estas se distribuirían una para cada zona, optimizando dos recorridos.

Tabla 31: Total longitud - Tiempo (Rutas propuesta)

| <b>RUTAS PROPUESTA (1 a 5)</b> | <b>LONGITUD KM</b> | <b>TIEMPO DE RECORRIDO</b> |
|--------------------------------|--------------------|----------------------------|
| TOTAL                          | 223,93             | 18:39:42                   |

Por otro lado, los datos obtenidos en el estudio realizado por Luis rojas, estudio donde se emplea la observación de campo para la recolección de información, misma que se utiliza en el presente estudio, permitió tener información de frecuencias y horas de paso del vehículo recolector. Con el tema Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales en el distrito de Tarma –Perú, se obtuvo que la generación promedio de basura es de 34.11 ton diario, esto con una población de 50165 habitantes esto refleja que, en la ciudad de Túcán en promedio, se produce 0.76 kilogramos más por persona. Tabla 32

Tabla 32: Datos generales zonas

| <b>ZONA 1 – 5</b> | <b>SUPERFICIE</b> | <b>POBLACIÓN</b> | <b>PRODUCCIÓN DE<br/>BASURA</b> |
|-------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| TOTAL             | 13                | 69316            | 53.3ton                         |

Con el fin de mejorar el plan de gestión para la recogida de desechos se realiza el presente estudio mediante investigación bibliográfica tal como se realizó en la investigación tomada

como antecedente, elaborado por Vidal (2017) con el tema “Plan de gestión para la recogida de desechos sólidos en la ciudad de Huequillas” donde para su propuesta se utilizó dispositivos GPS de monitoreo vehicular, cuya información define rutas de recorrido más críticas como las que se propone en esta investigación, en el antecedente se obtuvo que la producción promedio de desechos es de alrededor de 65.3ton diaria en el año 2018 un 18% más que en la ciudad de Tulcán, acerca de la propuesta llegaron a la conclusión que el problema, está en la falta de vehículos ya que muchos ya cumplieron con su vida útil y no cuentan con un plan de gestión adecuado por lo tanto no se puede brindar un buen servicio a la ciudad, en cuanto al presente estudio los vehículos que se utilizan para la recogida de desechos en la ciudad de Tulcán se encuentran aparentemente en un estado regular tal como se ha visualizado mediante el estudio de campo, por lo que en este caso no se tendría inconvenientes para no tener una adecuada operación.

En la investigación realizada en la ciudad de Tulcán por Santacruz, (2015) “análisis del sistema de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Tulcán, se utilizó la herramienta SIG misma que se utilizó en la presente investigación para la optimización de tiempos y longitudes, a través de la generación y diseño de nuevas rutas que además mejorara el servicio de recogida, en la cual tuvieron como propuesta, realizar la recogida en horarios de la noche con un total en viajes de 6, y tiempo estimado de 14:01h al día, esto en cuatro horas menos a la propuesta que se plantea en este estudio esto puede ser por el crecimiento poblacional, puesto que la investigación se la realizó tres años más temprano a la actual. Tabla 31

Debido a la cultura de la población y horarios de paso del vehículo recolector, se ha visto en muchos puntos de la ciudad que existe basura desperdigada, esto ya que las personas trabajan en su mayoría en horarios de la mañana, horas en que los recolectores realizan la recogida de los desechos, por tanto las personas sacan la basura en las noches anteriores o al salir en la mañana dejando a la intemperie, por esto el municipio se ha visto en la necesidad de implementar un nuevo sistema de recogida de desechos, tales como la implementación de contenedores en toda la ciudad, con el fin de que las personas puedan sacar la basura en cualquier horario del día lo que permitirá tener una ciudad más ordenada siempre y cuando se mantenga una debida cultura por otro lado se optimizaría el sistema de recogida.

En relación a la idea a defender se plantea que una situación óptima donde se planifique las operaciones, esta mejora los procesos de recogida, reduciendo y optimizando tiempos que se

emplean para esta actividad además de que se mejora el servicio y se atendería a mayor población.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

La gestión logística que permitirá mejorar el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos es la creación de rutas técnicas mediante el software “ARCGIS” basado en el algoritmo de las distancias mínimas o del punto más cercano, algoritmo que tiene como objetivo guiar al vehículo por todos los puntos, pero siempre al más cercano lo que genera una disminución de longitud de la ruta y en ocasiones disminución de los tiempos.

Mediante la fundamentación bibliográfica del sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán, se estableció que se utiliza el método de recogida de acera, sistema que se basa en que los desechos son colocados en las aceras por los usuarios del servicio y recogidos por el personal y a su vez depositados en el vehículo.

La zonificación de la ciudad permitirá una mejor organización dentro del departamento de gestión ambiental y también mejorara la asignación de los vehículos para cada una de las 5 zonas establecidas, dando a conocer a los conductores y trabajadores desde y hasta donde deben cubrir cierta área.

Las herramientas para el análisis de información geográfica son de gran ayuda para el análisis y rediseño de rutas, permitiendo manejar muchos parámetros para el análisis de los datos como son: tiempos, distancias, velocidad, puntos atendidos, todas estas cuantificaciones contribuyen a que la información sea veraz y fácil de interpretar.

En las tres primeras rutas simuladas se obtuvo una reducción importante en los tiempos de demora de cada ruta en comparación con las rutas actuales, en la ruta Norte se optimizó 34min y 08seg, en la ruta Centro Norte se optimizó 2h con 32min y 38seg, en la ruta Centro se optimizó 2h con 31min y 09seg, y en las rutas Centro Sur y Sur se obtuvo una optimización de tiempo y longitud, en la ruta Centro Sur se optimizó una distancia de 13.43km y un tiempo de 7h con 30min y 18seg, en la ruta Sur se optimizó una distancia de 39.73km y un tiempo de 10h con 24min y 12seg, cabe destacar que para estos cálculos no se toma en cuenta la congestión vehicular.

Se concluye que, de las cinco zonas, existe conflicto en las zonas Centro Sur y Sur, debido a que estas son las de mayor extensión y población generando mayor cantidad de desechos por encima de la capacidad de los vehículos recolectores que es una máxima de 11 toneladas, la ruta Centro Sur genera 12.8 toneladas y la ruta Sur produce 11.3 toneladas de desechos por día.

La ciudad de Tulcán produce 53 toneladas de desechos por día, y cada persona genera 0.76 kilogramos de desechos o residuos sólidos

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda evaluar otros métodos de recogida de los desechos y residuos sólidos con el fin de mejorar el sistema actual y que esté de acuerdo con las características de la ciudad y de las zonas de recorrido, así como de los tipos de desechos.

Se recomienda al departamento de gestión ambiental realizar la zonificación de la ciudad en seis zonas, fraccionando las zonas Centro Sur y Sur en tres zonas, debido a que dichos sectores son los que abarcan mayor cantidad de población y por ende tienen mayor producción de basura, la que sobrepasa la capacidad de los vehículos recolectores.

El ente encargado de la recogida podría apoyarse en herramientas para análisis y creación de rutas, con el fin de tecnificar el sistema de recogida y que sus procesos sean eficaces.

Se debería implementar en los vehículos de recogida un sistema GPS, donde se pueda trazar la ruta obtenida en la simulación y este pueda dirigir y cubrir eficazmente el total de la ruta, de acuerdo a cada zona asignada.

Se recomienda al ente encargado realizar la recogida de los desechos y residuos sólidos en horarios nocturnos, esto agilizará el proceso además de evitar contratiempos, molestias en la ciudadanía y principalmente eliminaría el tráfico vehicular que se genera en los horarios actuales.

Se recomienda a los encargados de los vehículos de recogida que realicen el abastecimiento del combustible todos los días una vez terminada la jornada de recolección, esto evitará desviarse de la ruta y alargar tiempos.

Se recomienda realizar una separación de los desechos de acuerdo a sus características y composición, con el fin de mejorar su disposición final y que dicha gestión sea amigable con el medio ambiente.

Se recomienda no sobrepasar la capacidad técnica de carga de los vehículos recolectores, esto ocasionará daños, contratiempos y costos extras para en la administración del sistema.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Universidad Politécnica de Madrid . (2018). *Aplicación de los sistemas de información geográfica en la gestión territorial*. Obtenido de [http://www.montes.upm.es/http://www.montes.upm.es/sfs/montesymediounatural/OrdenacionAcademica/TitulosMaster/Master\\_en\\_Ingenieria\\_Montes/Guias%20Aprendizaje%20MIM/Guias%20aprendizaje/GA\\_2018-19/GA\\_Semestres\\_impares/2-CURSO%20SEGUNDO/GA\\_13AA\\_133000119\\_1S\\_2018-19\\_aplicacion\\_de\\_los\\_s](http://www.montes.upm.es/http://www.montes.upm.es/sfs/montesymediounatural/OrdenacionAcademica/TitulosMaster/Master_en_Ingenieria_Montes/Guias%20Aprendizaje%20MIM/Guias%20aprendizaje/GA_2018-19/GA_Semestres_impares/2-CURSO%20SEGUNDO/GA_13AA_133000119_1S_2018-19_aplicacion_de_los_s)
- Alarcón, I. (28 de Abril de 2017). Ecuador tiene un déficit en reciclar basura. *El Comercio*. Obtenido de El comercio: <http://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-deficit-reciclar-basura-contaminacion.html>
- Anaya, J. (2007). *Logística integral: La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC.
- ArcGIS. (2016). *arcgis*. Obtenido de arcgis: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm>
- Arias, F. G. (2012). *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. Caracas-República Bolivariana de Venezuela : EPISTEME, C.A.
- Asociación Española de la Calidad . (2018). *Gestión de la logística*. Obtenido de [www.aec.es: https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-la-logistica](http://www.aec.es/https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-la-logistica)
- BANCO MUNDIAL . (20 de Septiembre de 2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de Banco mundial : <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Bermeo , E., & Calderón , J. (Junio de 2009). *Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte*. Obtenido de El Hombre y la Máquina: <https://www.redalyc.org/html/478/47811604005/>
- Coelho, F. (sf). *diccionariodedudas.com*. Obtenido de Recoger o Recojer: <https://www.diccionariodedudas.com/recoger-o-recojer/>
- DerechoEcuador. (30 de Junio de 2014). *Jornadas de trabajo* . Obtenido de [www.derechoecuador.com: https://www.derechoecuador.com/jornadas-de-trabajo](http://www.derechoecuador.com/https://www.derechoecuador.com/jornadas-de-trabajo)
- ESRI. (23 de Septiembre de 2016). *ESRI*. Obtenido de <https://www.esri.com/training/catalog/57630434851d31e02a43ef58/preparing-for-network-analysis/>

- Hernández Sampieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación* . México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metología de la investigación*. México: McGrawHill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodogía de la Investigación*. Obtenido de [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)
- Hernández, R., Méndez, S., Mendoza, C., & Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de la investigación*. México: McGrawHill.
- La Hora . (14 de Julio de 2017). *Se estudia incremento de tasa por recolección de basura en Tulcán*. Obtenido de La Hora: <https://www.lahora.com.ec/carchi/noticia/1102084304/se-estudia-incremento-de-tasa-por-recoleccion-de-basura-en-tulcan>
- Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS. (11 de Junio de 2014). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*. Obtenido de [langleruben.wordpress.com: https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/](https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/)
- Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS. (11 de Junio de 2014). *SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*. Obtenido de [Langleruben.wordpress.com: https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/](https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/)
- Lo, M. (03 de Septiembre de 2013). *METODOS DE RECOLECCION:ACERA, PARADA FIJA, INTRADOMICILIARIA*. Obtenido de [prezi.com: https://prezi.com/d3t4cippli23/metodos-de-recoleccionacera-parada-fija-intradomiciliaria/](https://prezi.com/d3t4cippli23/metodos-de-recoleccionacera-parada-fija-intradomiciliaria/)
- Ministerio para la transición Ecológica. (Miteco de 2016). *Miteco*. Recuperado el 05 de 05 de 2017, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-recogida/>
- Morales, O. A. (2003). *FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL Y LA MONOGRAFÍA*. Obtenido de <http://www.webdelprofesor.ula.ve/odontologia/oscarula/publicaciones/articulo18.pdf>
- OPTIMATICS. (2015). *OPTIMATICS*. Obtenido de [Optimatics: https://optimatics.es/optimizacion-de-la-logistica-y-el-transporte/](https://optimatics.es/optimizacion-de-la-logistica-y-el-transporte/)

- Pérez , J., & Gardey, A. (2010). *Definición de reciclaje*. Obtenido de Definición de reciclaje:  
<https://definicion.de/reciclaje/>
- Planética. (Febrero de 2011). *Clasificación de los residuos*. Obtenido de [www.planetica.org](http://www.planetica.org):  
<http://www.planetica.org/clasificacion-de-los-residuos>
- Posso, M. (2009). *Metodología para el trabajo de grado*. Ibarra: NINA.
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. (12 de Abril de 2017). *CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE*. Obtenido de [competencias.gob.ec](http://www.competencias.gob.ec): <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf>
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (19 de Octubre de 2010). *Codigo organico de organizacion territorial, autonomia y descentralizacion*. Obtenido de [defensa.gob.ec](http://www.defensa.gob.ec):  
[https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/dic15\\_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/dic15_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf)
- Rojas Estrada, I. L. (2017). *Propuesta de un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales para el distrito de Tarma*. Obtenido de [repositorio.ucss.edu](http://repositorio.ucss.edu):  
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/272>
- Santacruz Villareal, J. C. (2015). *Análisis del sistema de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Tulcán en el año 2015*. Obtenido de [repositorio.puce.edu.ec](http://repositorio.puce.edu.ec):  
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10051>
- Santacruz, J. (12 de 12 de 2016). *Repositorio PUCE*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/10051>
- SECRETARÍA DEL AMBIENTE. (15 de ENERO de 2018). *Residuos Sólidos* . Obtenido de Políticas y Planeación Ambiental:  
<http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/politicas-y-planeacion-ambiental/residuos-solidos>
- Silberschatz, A., & Korth, H. (1998). *Fundamento de base de datos* (Tercera ed.). España: McGraw-Hill.
- Tapia, M. C. (Abril de 2015). *Propuesta de gestión de residuos sólidos urbanos para la ciudad de Guayaquil*. Obtenido de [repositorio.ug.edu.ec](http://repositorio.ug.edu.ec):  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7515/1/TODA%20LA%20TESIS%20JUNTA.pdf>
- Universidad Militar Nueva Grananda. (s.f). *Logística de distribución*. Obtenido de [virtual.umng.edu.co](http://virtual.umng.edu.co):

[http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion\\_empresas/logistica/unidad\\_5/DM.pdf](http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/logistica/unidad_5/DM.pdf)

Universidad Autónoma de Nuevo León. (01 de Noviembre de 2018). *UANL*. Obtenido de Manejo y gestión de residuos sólidos urbanos con características reciclables - Secretaria de desarrollo sustentable: <http://sds.uanl.mx/manejo-y-gestion-de-residuos-2/>

Vázquez, J., Mulás, A., & Aguilar, O. (20 de Septiembre de 2016). *Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales*. Obtenido de [http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT\\_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf)

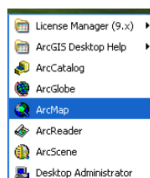
Vidal, Z. S. (Abril de 2017). *Plan de Gestión Para La Recolección De Desechos Sólidos En La Ciudad De Huaquillas*. Obtenido de Repositorio.utmachala.edu.ec: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10598/1/TMUAIC\\_2017\\_GC\\_CD014.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10598/1/TMUAIC_2017_GC_CD014.pdf)

Zapata, A. (2015). *Ciclo de calidad PHVA*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://reader.bookmate.com/LqDSyPk7>

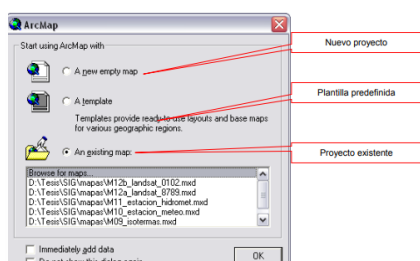
## V. ANEXOS


### Anexo 1:Manual de ArcGIS Map para enrutamiento de vehículos (VRP))

Inicio > Programas > ArcGIS



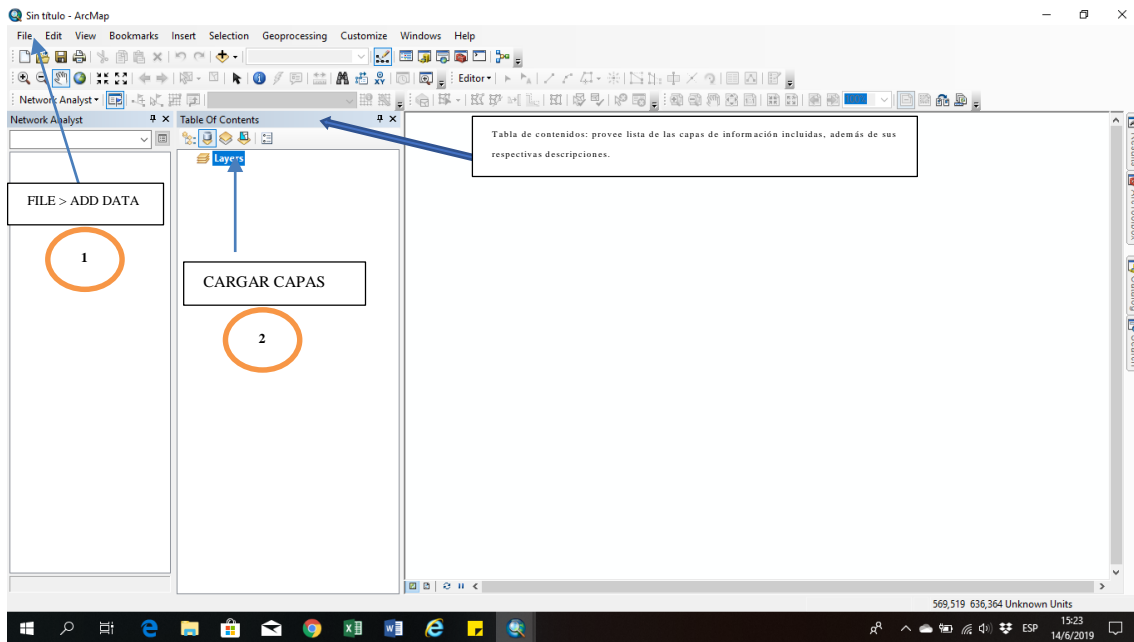
#### 1. Cargar interfaz a trabajar



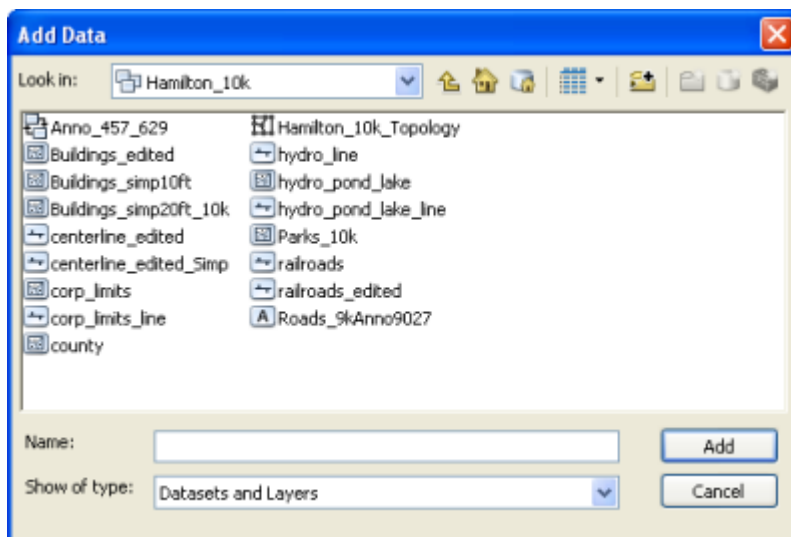
2. En el cuadro de diálogo Introducción a ArcMap, haga clic en Mapas **existentes** > **Buscar más**.
3. Aparecerá el cuadro de diálogo Abrir documento de ArcMap.
4. Habilite la extensión *ArcGIS Network Analyst*.
5. Haga clic en Personalizar > **Extensiones**.
  - a. Se abrirá el cuadro de diálogo **Extensiones**
6. Active *Network Analyst*.
7. Haga clic en Personalizar > Barras de herramientas > *Network Analyst*.
8. La barra de herramientas *Network Analyst* se agrega a ArcMap.
9. En la barra de herramientas de *Network Analyst*, haga clic en el botón Ventana Análisis de Red (*Network Analyst*) .
10. Se abre la ventana *Network Analyst*.

Agregar capas de información, datos y mapas.

1. Haga clic en *File* > *Add data*
2. En *Layers* (CAPAS)

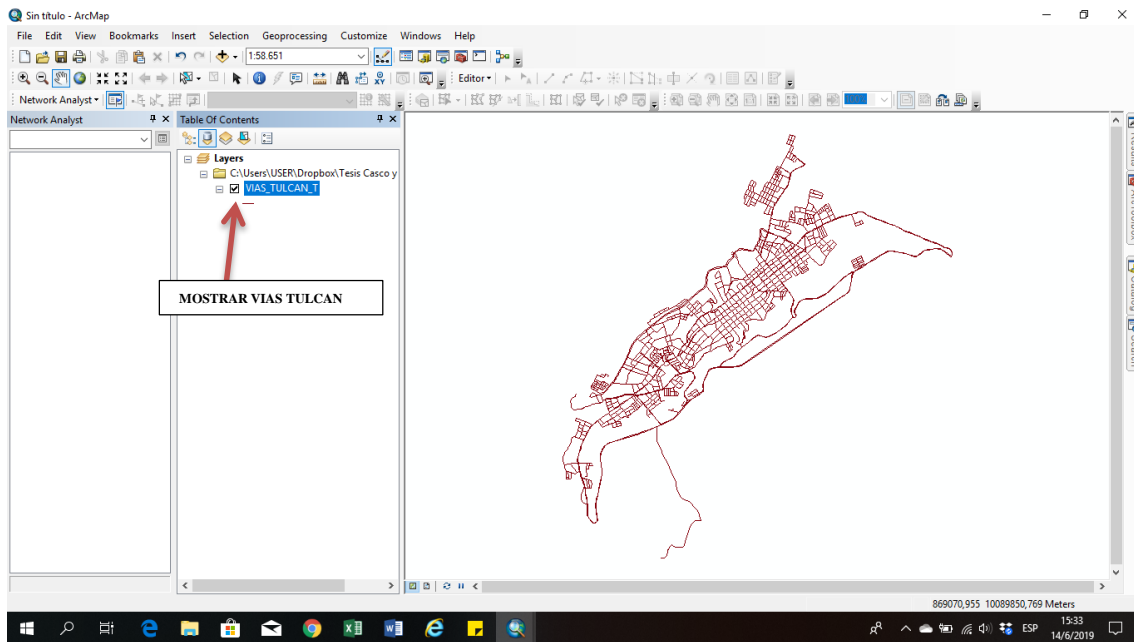


3. Seleccionar la capa que se quiere añadir.



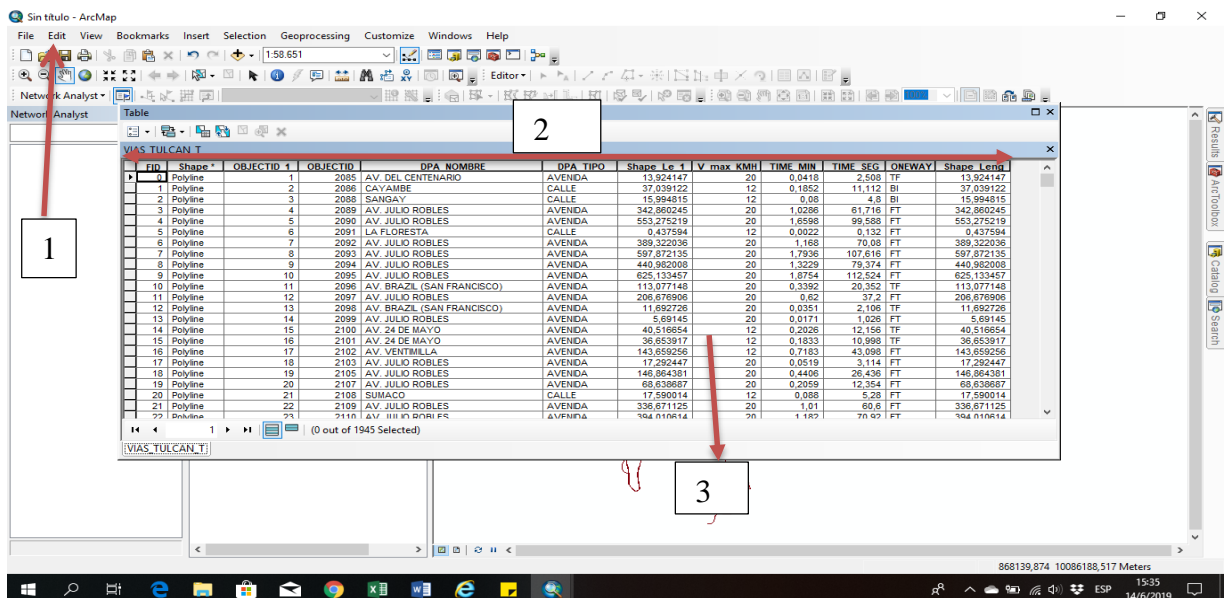
En Tabla de contenidos

1- Seleccionar con un clic la capa que se añadió posterior mente para visualizar



En Capa vías se procede a editar la tabla de atributos

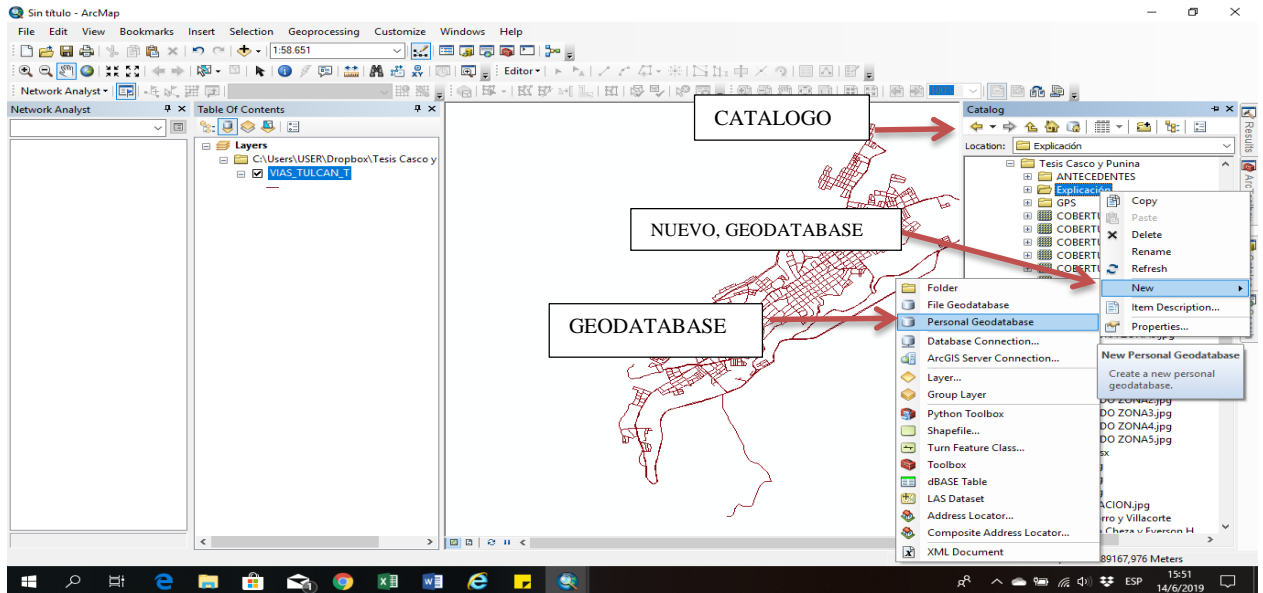
- 1- Haga clic en el menú **Editor** en la barra de herramientas **Editor** y haga clic en **Comenzar la edición**.
- 2- Haga clic con el botón derecho en la tabla o capa en la **tabla de contenido** y elija **Abrir tabla de atributos**.
- 3- Haga clic en la **celda** que contenga el valor de atributo que desea modificar.



Crear una *Geodatabase* en una carpeta desde *ArcGIS for Desktop*

- 1- Inicie *ArcCatalog* o *ArcMap* y abra la ventana **Catálogo**.

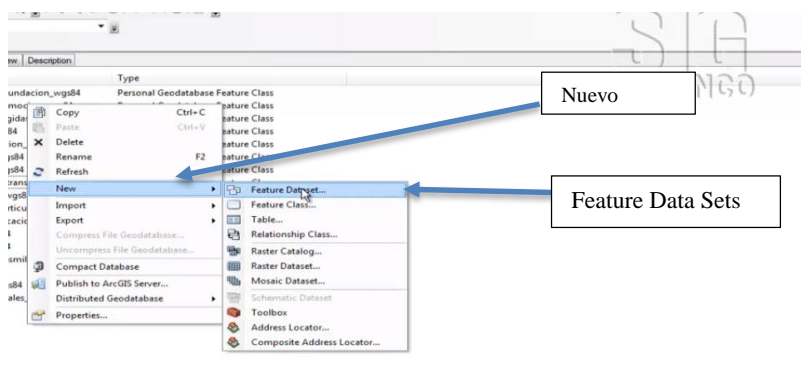
- 2- **Expanda** las conexiones de archivos en el árbol de Catálogo.
  - 3- Haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta donde desee crear la **Geodatabase** de archivos, apunte a **Nuevo** y haga clic en **Geodatabase** de archivos.
- Se creará una **Geodatabase** de archivos en la ubicación seleccionada.



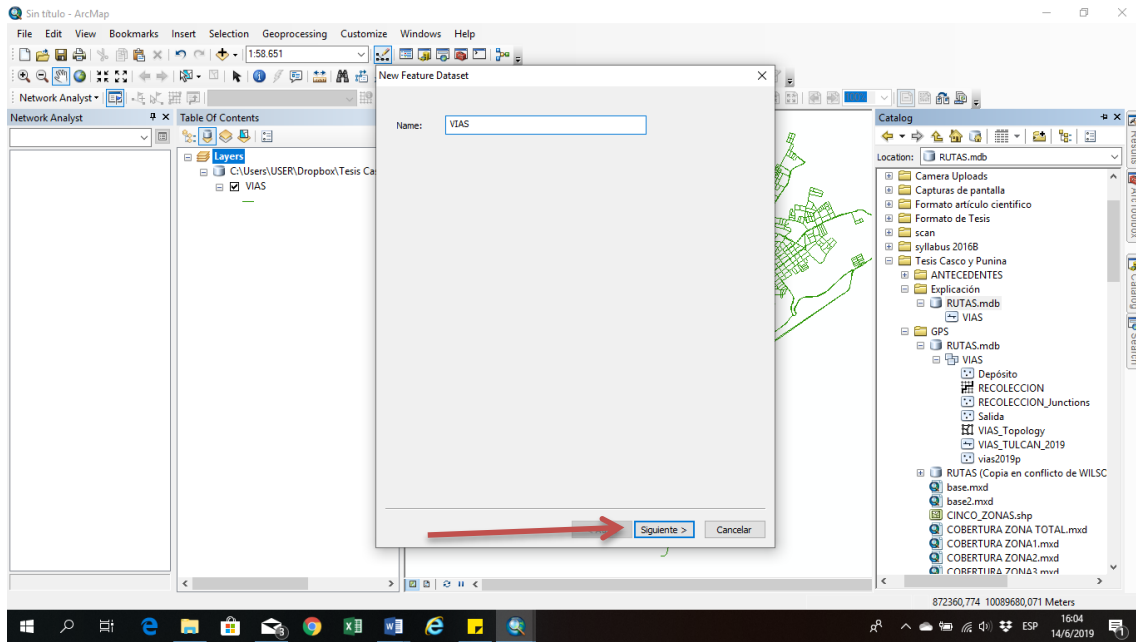
Siguiente;

Crear un **Feature dataset** con el nombre de VIAS

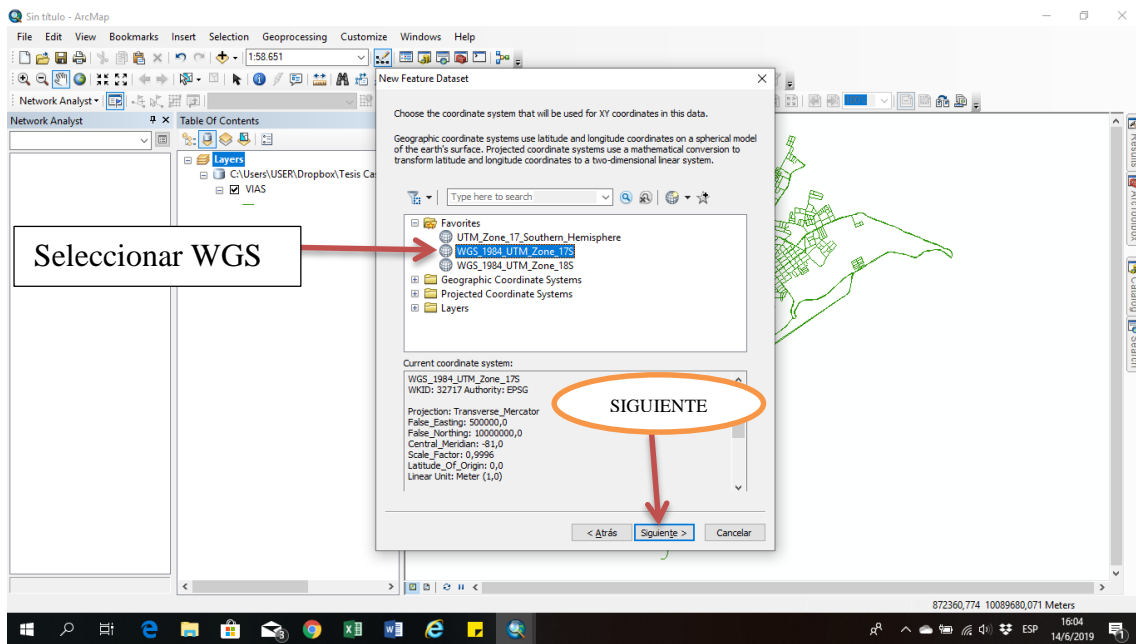
- 1- Seleccionar **Geodatabase**
- 2- Clic vista de **detalles**
- 3- Hacer Clic derecho seleccionar **Nuevo**
- 4- Clic en **Feature Data Sets**



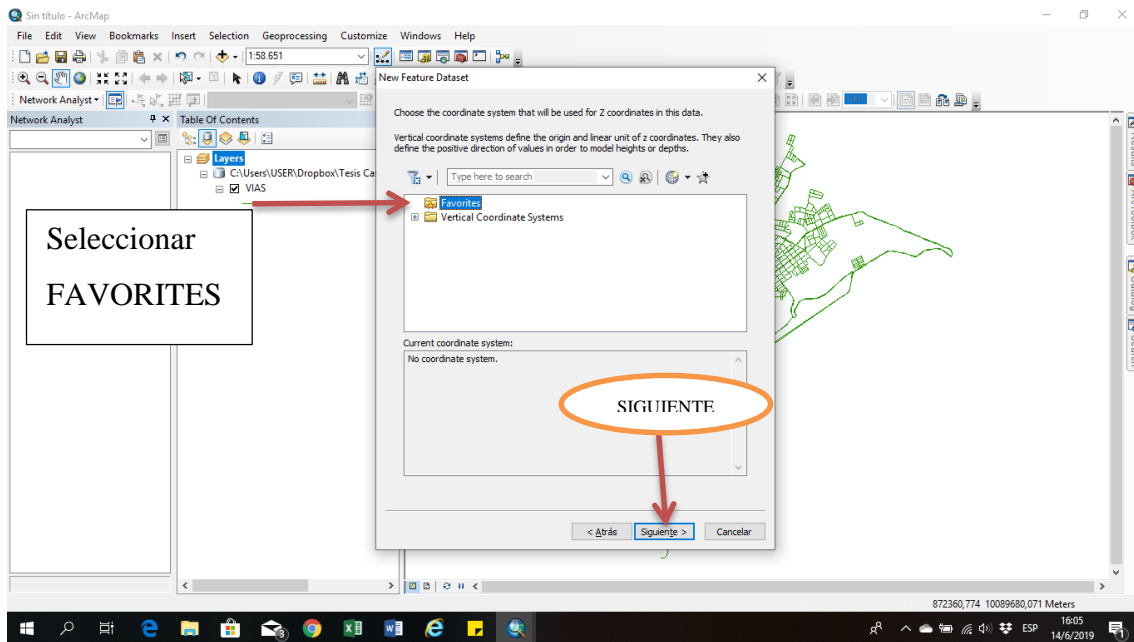
- 5- Dar un nombre al paquete en este caso (VIAS)
- 6- Hacer clic en siguiente



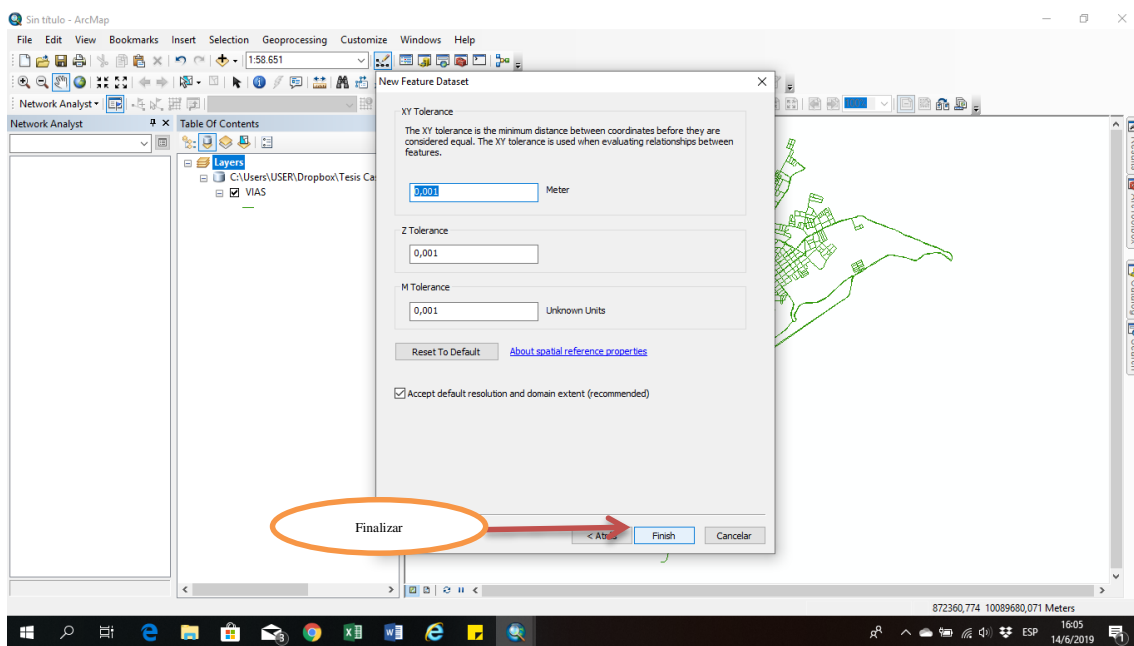
7- Seleccionar el sistema de coordenadas que se desea configurar en este caso ( WGS 1984)



8- Seleccionar el sistema de coordenadas en el que se desea incorporar en este caso ninguno.

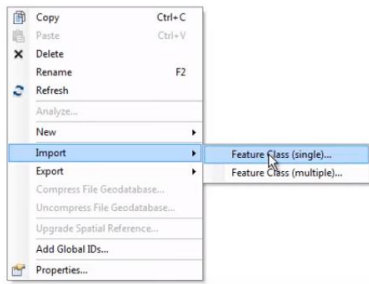


9- En esta pantalla solo se finaliza



### Incorporar *Feature Data Sets* al *Geodatabases*

- 1- Clic en *Geodatabases* vacío
- 2- Clic derecho en el cuadro en blanco
- 3- Seleccionar **importar**
- 4- Clic en *Feature class* (single) para incorporar capa por capa de una manera personalizada



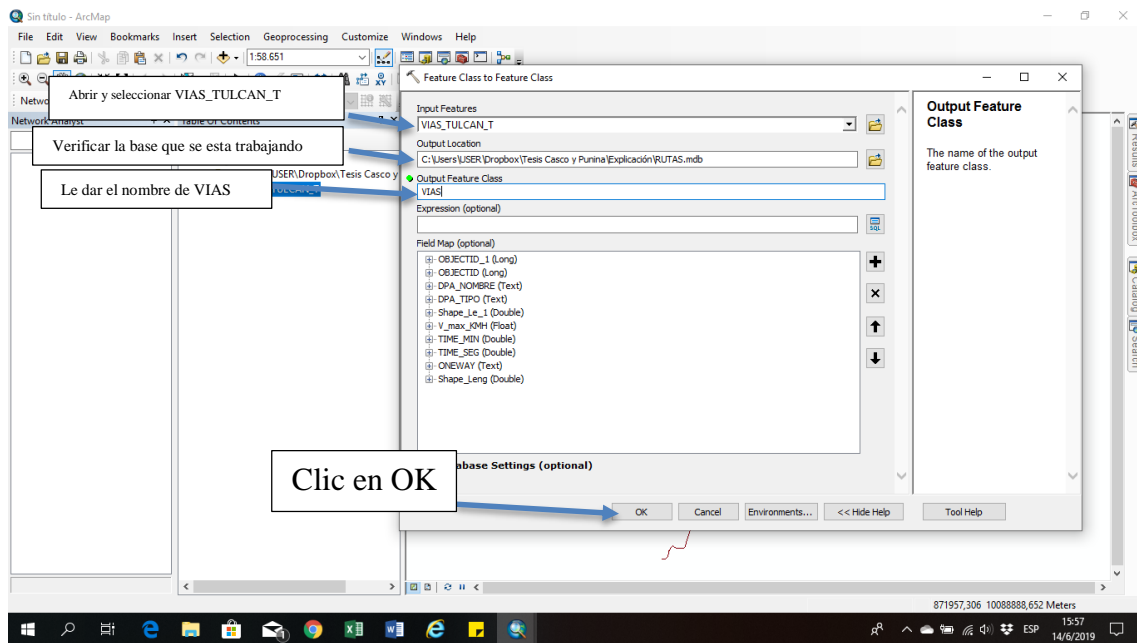
5- Abrir el cuadro *Input Feature*

6- Seleccionar de la base VIAS\_TULCAN\_T

7- En *Output Location* confirmar que pertenezca a la base en la cual se trabaja (RUTAS)

8- En *Output Feature class* dar el nombre al *Feature class* en este caso (VIAS)

9- Los siguientes parámetros son opcionales, en este caso dar **SIGUIENTE**

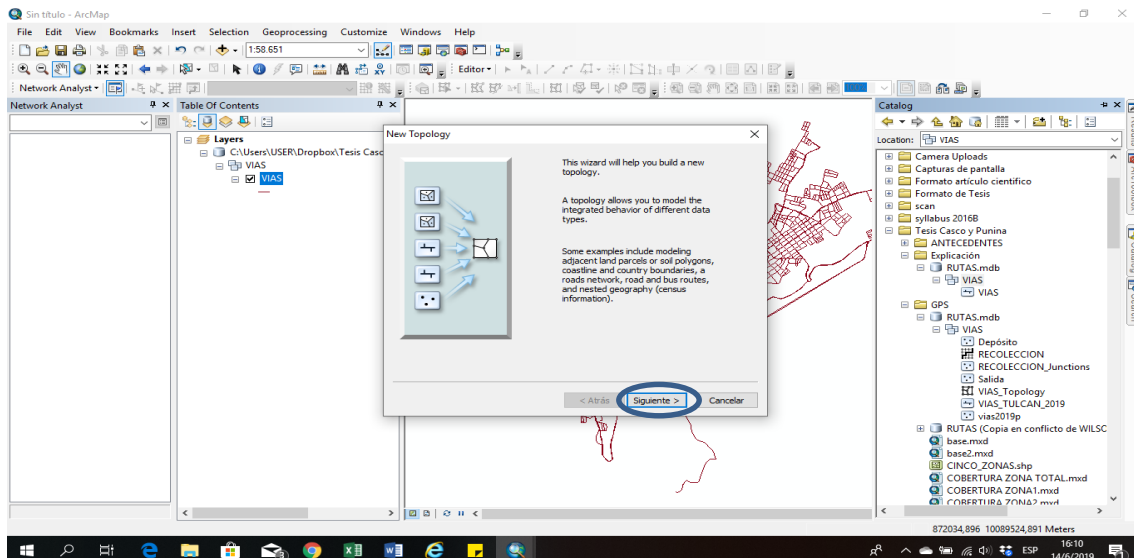


Una vez importadas las capas (*Layers*), crear Topologías

1- Dar clic derecho y seleccionar nuevo (*New*) seguido Topología (*Topology*)

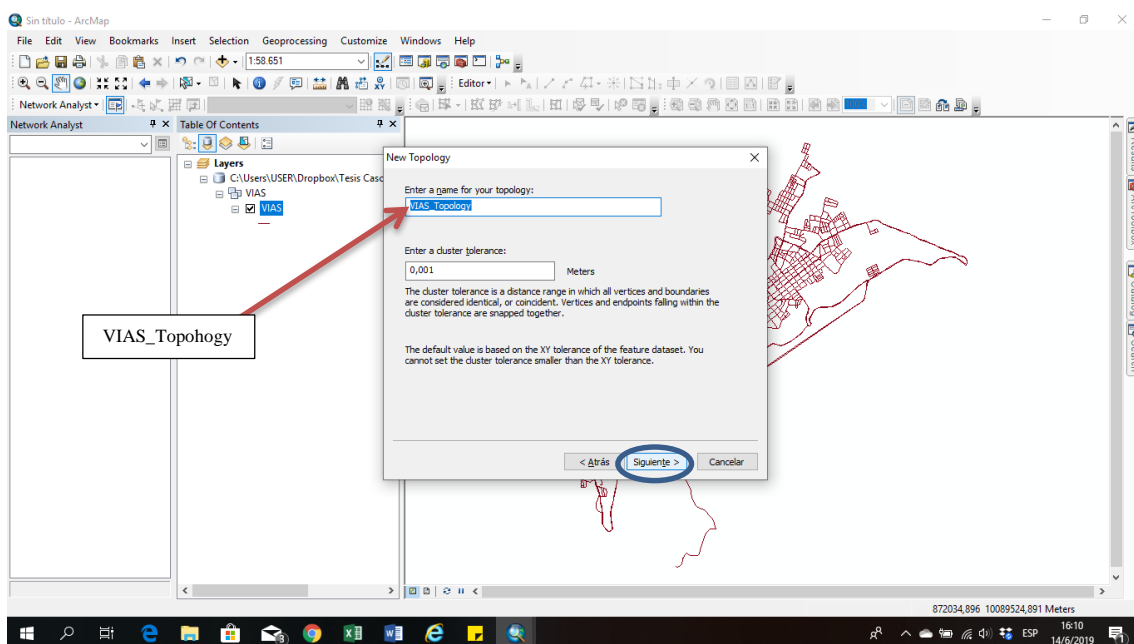


2- Dar clic en siguiente



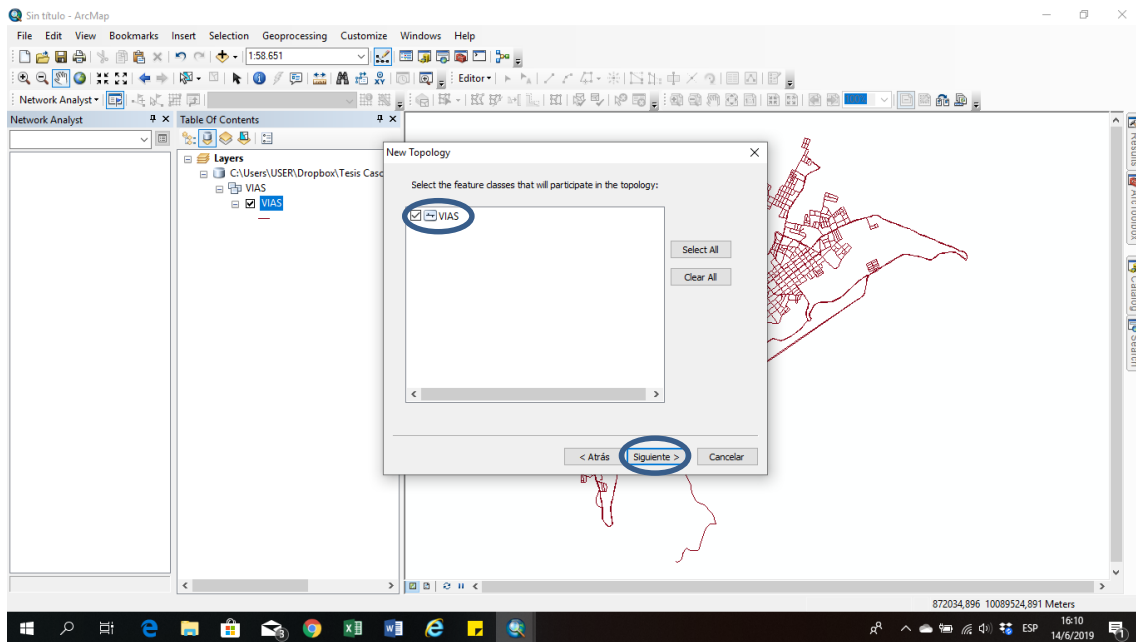
3- Dar un nombre a la topología en este caso ( *VIAS\_Topology* )

4- Clic en siguiente

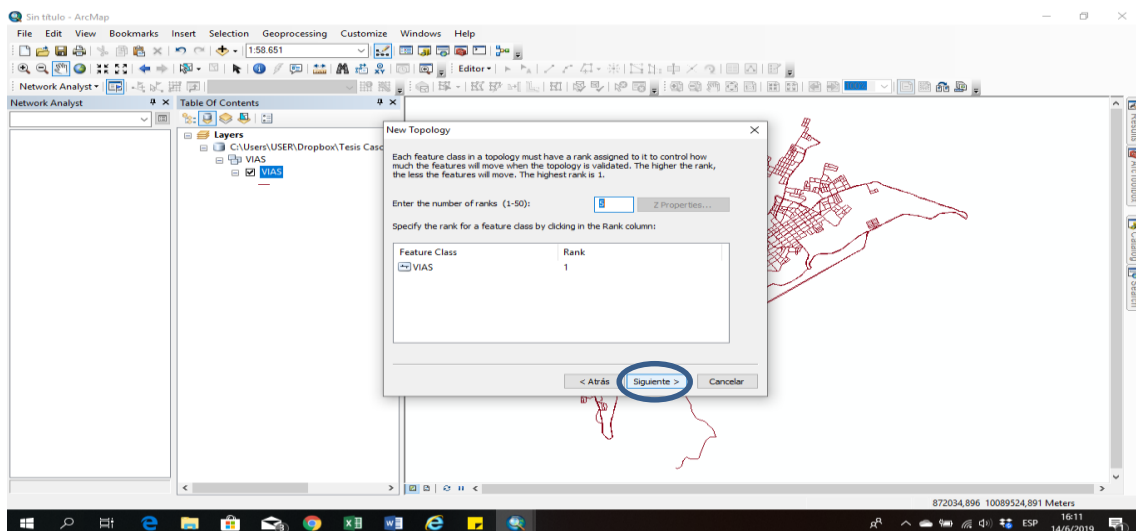


5- Seleccionar el único *Feature class* que es **VIAS**

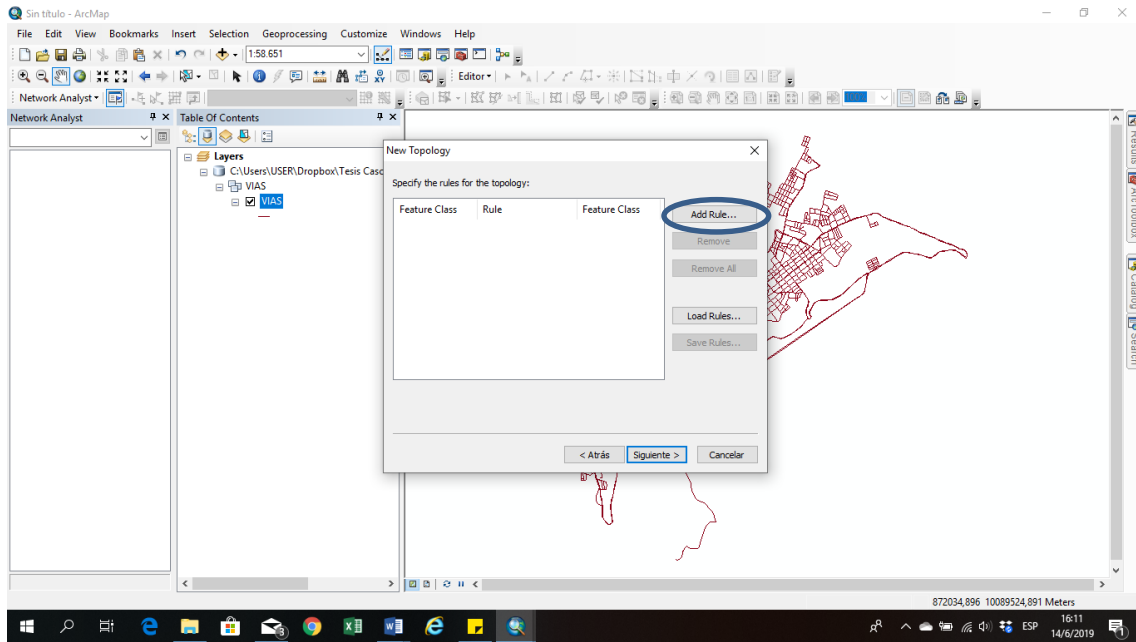
6- A continuación, dar clic en **siguiente**



7- En la siguiente figura no se hace ningún cambio, dar clic en **siguiente**



8- Se ingresan las siguientes reglas en **Add Rule**

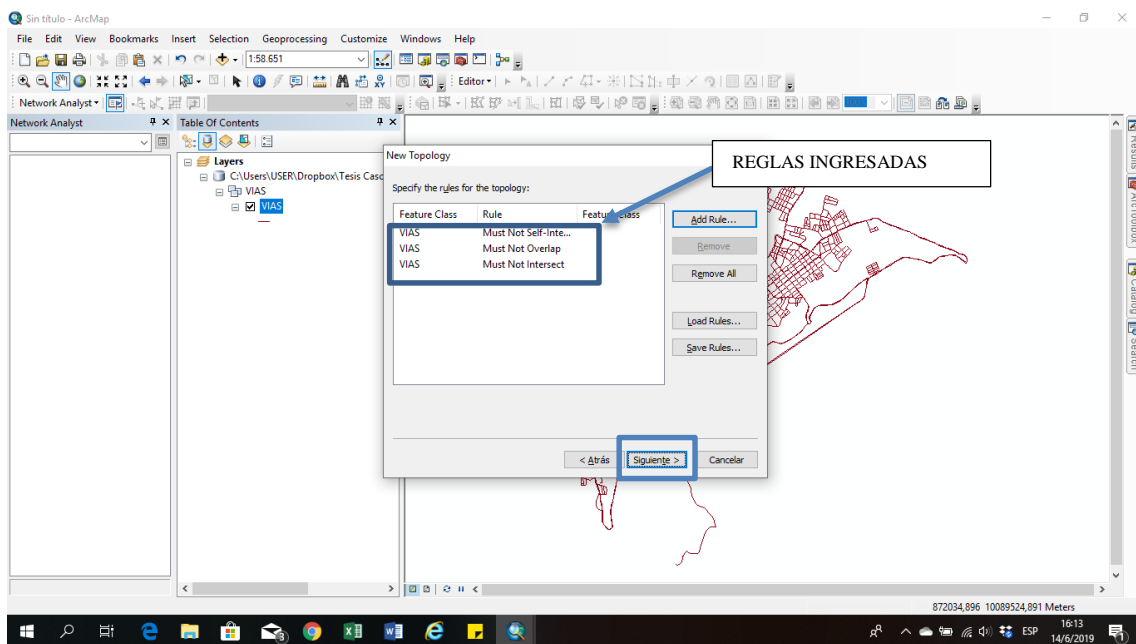


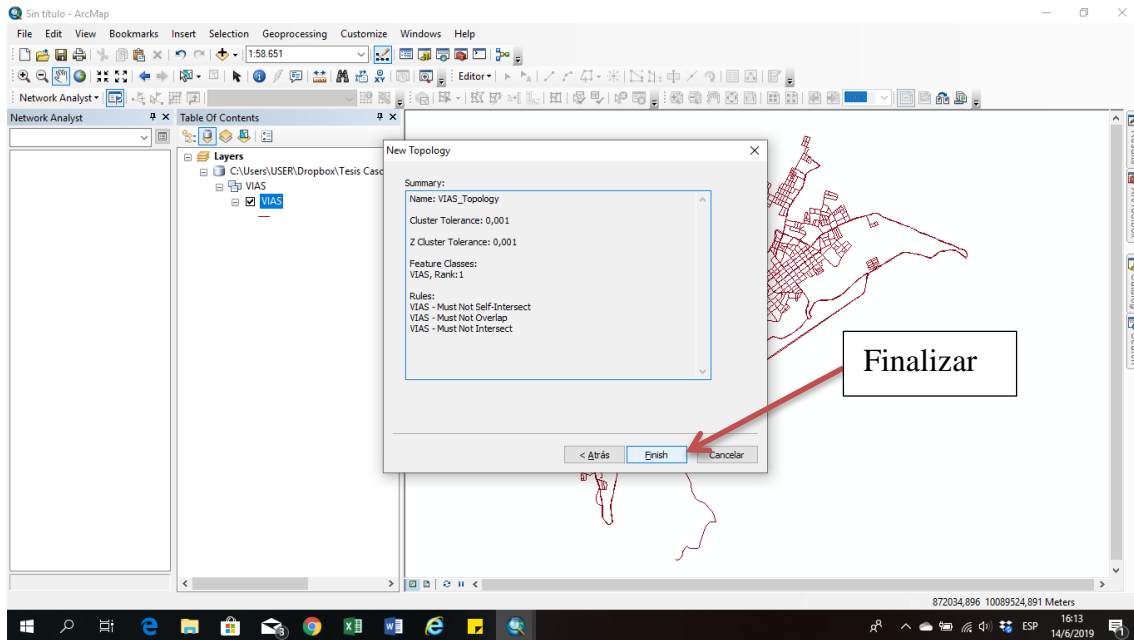
Reglas de líneas,

| <b>Regla</b>                  | <b>Descripción</b>                               |
|-------------------------------|--|
| <i>Must no self intersect</i> | La línea dibujada no debe cortarse consigo misma |
| <i>Must not overlap</i>       | Las líneas no deben de superponerse con otra     |
| <i>Must not intersect</i>     | No deben intersectarse las entidades             |

9- Una vez ingresadas las reglas tal y como muestra la siguiente figura dar clic en **siguiente**.

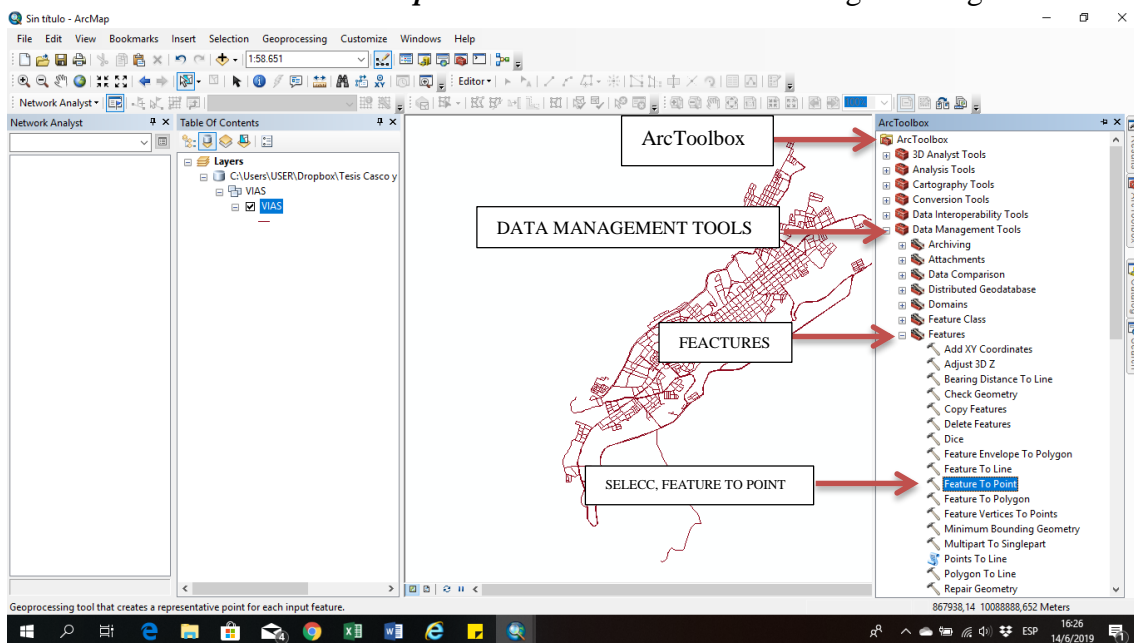
10- Por último, clic en **finalizar**



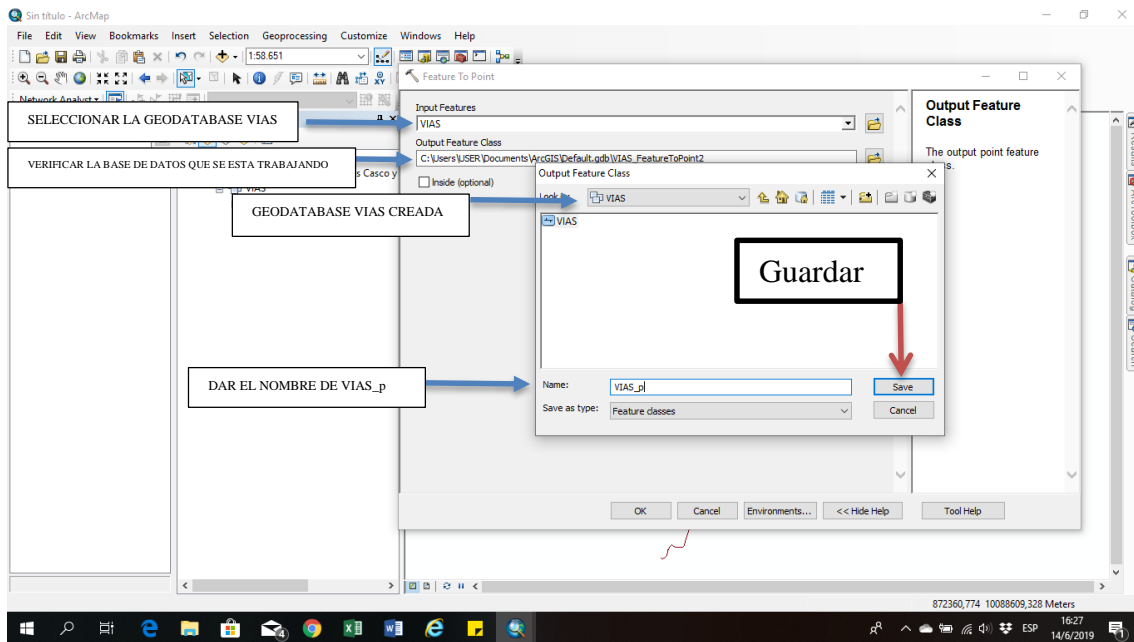


Convertir la capa línea a punto con la herramienta *Feature to point*

- 1- Hacer clic en *Arctoolbox*
- 2- Desplegar la herramienta *data management tools*
- 3- clic en *Features*
- 4- seleccionar *Feature to point* tal como se muestra en la siguiente figura.

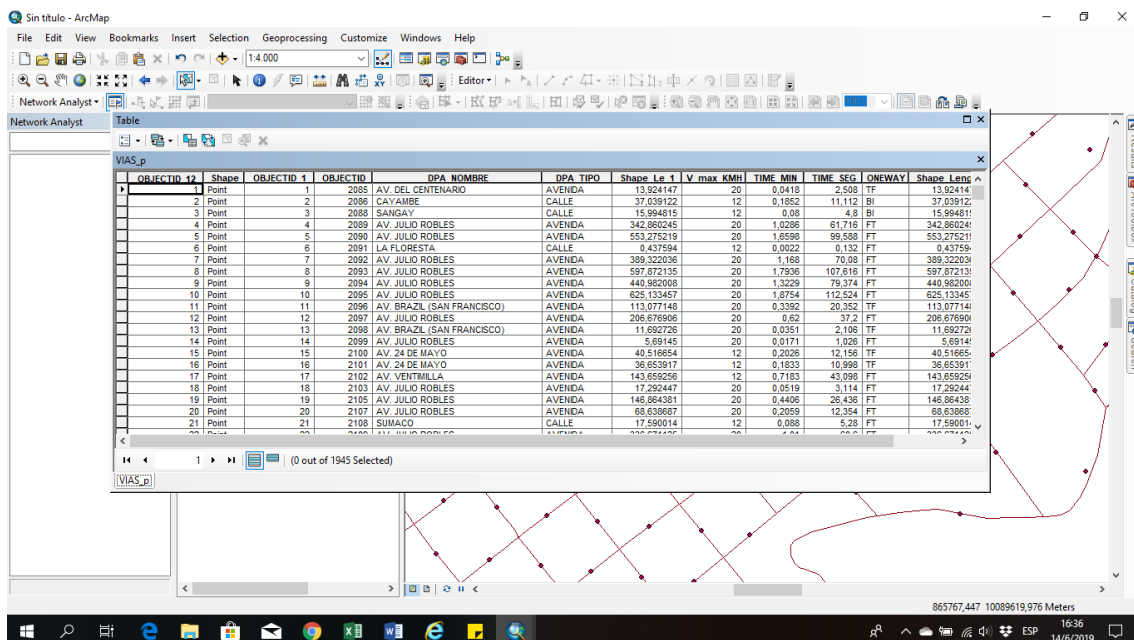


- 5- Abrir *Input Features* y seleccionar (VIAS)
- 6- Antes de guardar se da la localización hasta la *Geodatabase* creada, VIAS.



Ajustar la capa catastral a una capa de información que contenga la demografía de la ciudad.

- 1 Seleccionar la capa VIAS y dar clic derecho en atributos.
- 2 Edición tabla de atributos
- 3 Seleccionar y eliminando campos innecesarios
- 4 Si es necesario creación de nuevos campos



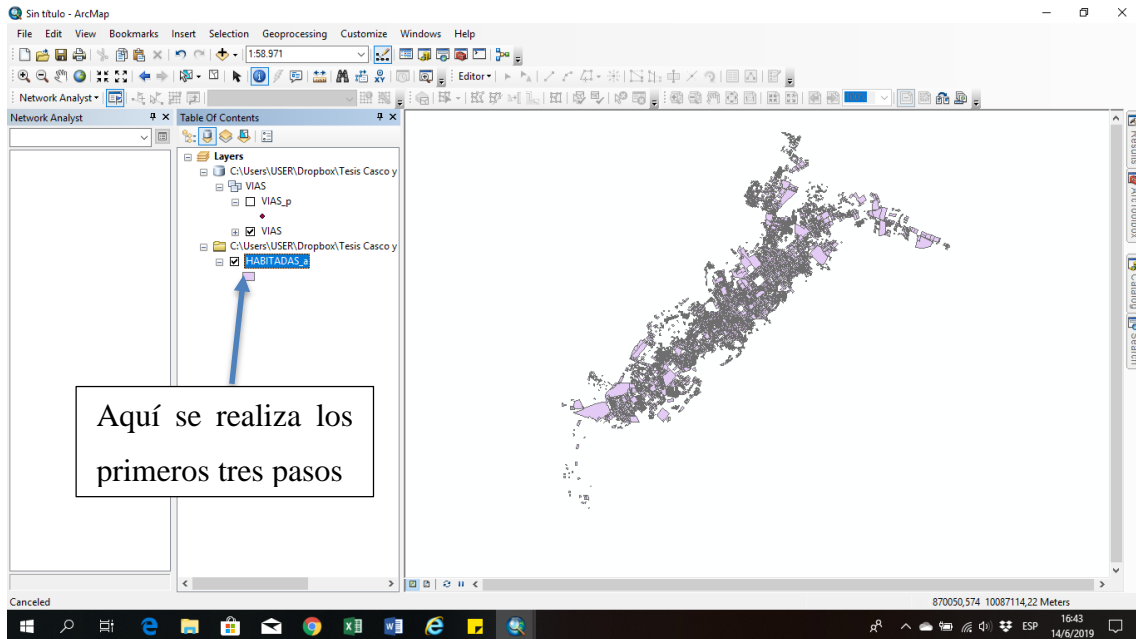
Cálculo de generación de desechos en la ciudad de Tulcán

Se hace lo siguiente:

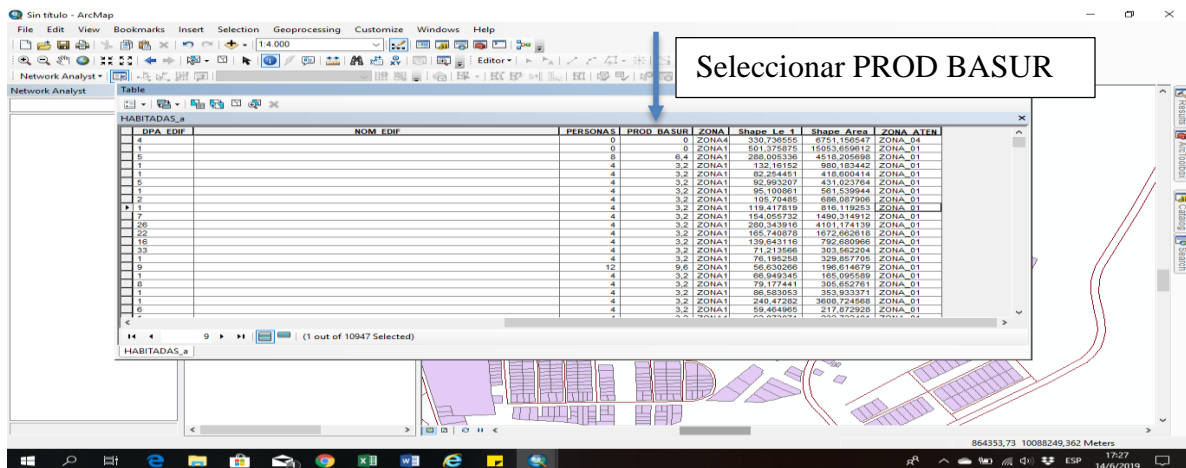
- 1- Seleccionar con un clic la capa (HABITADAS)

2- Hacer clic derecho en la capa (HABITADAS)

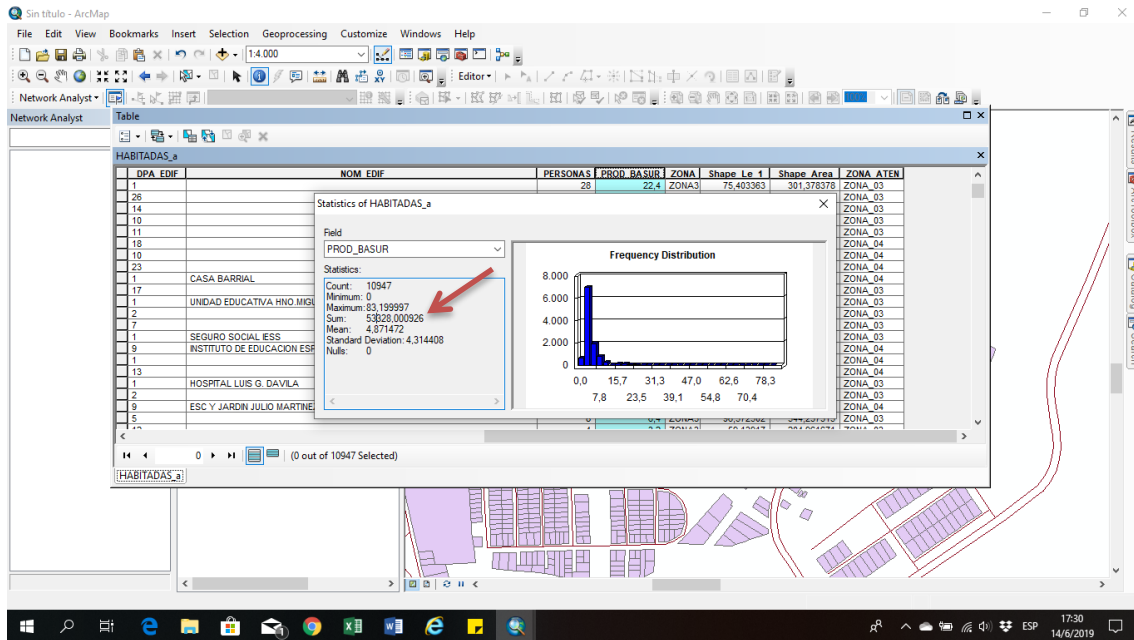
3- Seleccionar (TABLA DE ATRIBUTOS)



4 Clic en la columna que se desea conocer (PROD BASUR)

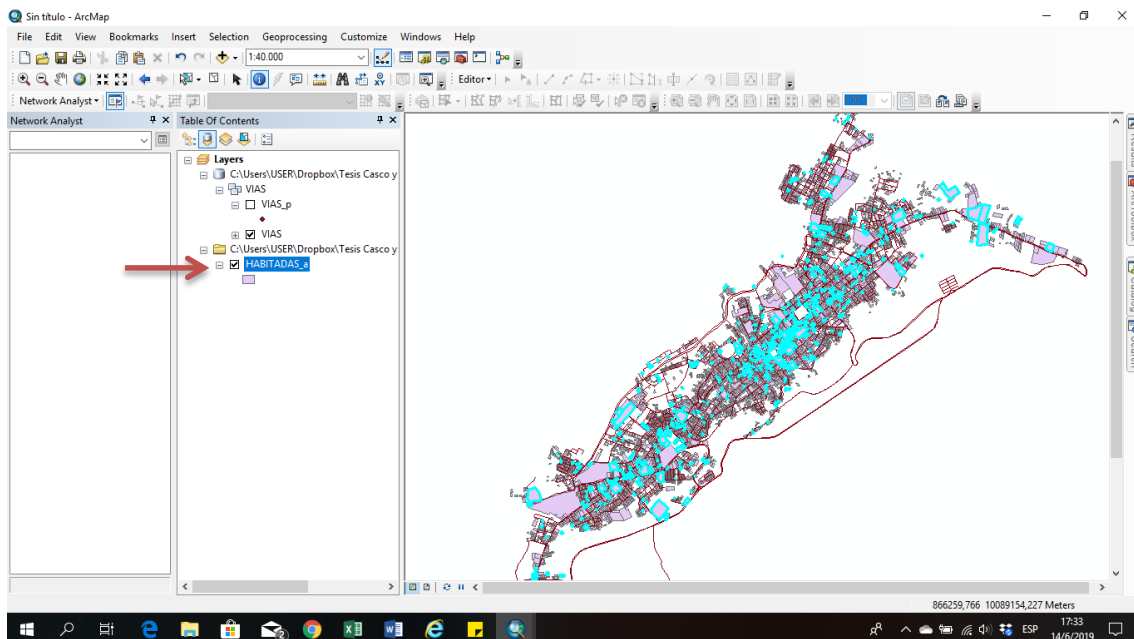


5. Y se puede observar la información tal como muestra la siguiente figura.



Descartar los lotes vacíos tal como se muestra en la siguiente figura

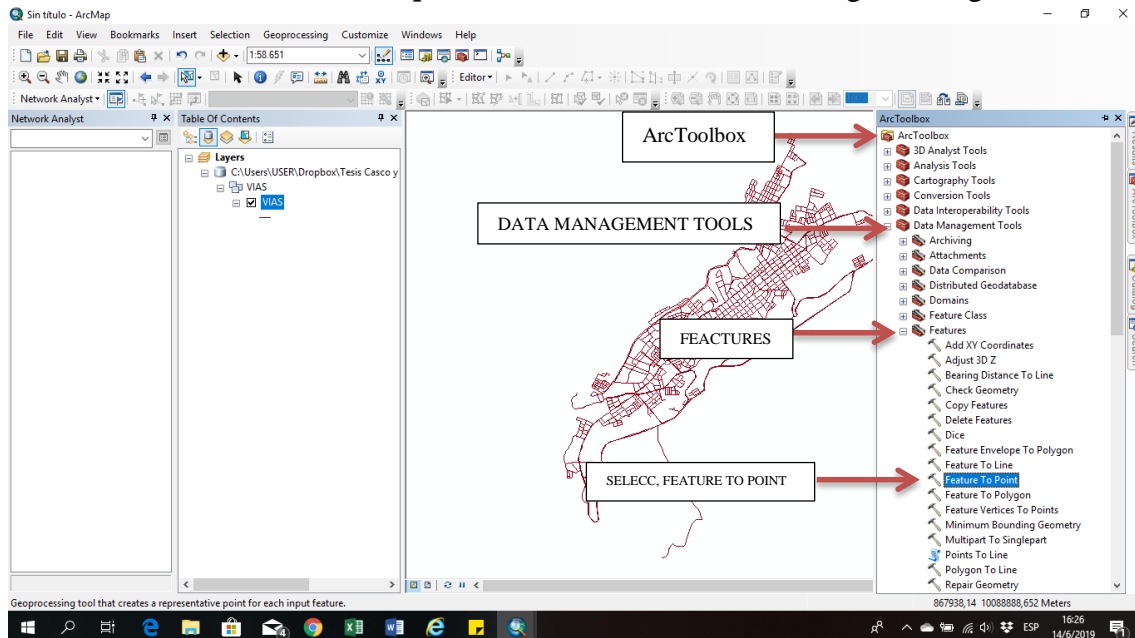
- 1- Seleccionar la capa Habitadas
- 2- Haga clic en el menú **Editor** y, a continuación, haga clic en **Recortar**.
- 3- Introduzca un valor de zona de influencia. Puede dejar el valor en 0 si está recortando con una entidad de polígono.
- 4- Haga clic en el tipo de operación de recorte: **descartar** o mantener el área que interseca.
- 5- Haga clic en Aceptar para **descartar** la entidad.



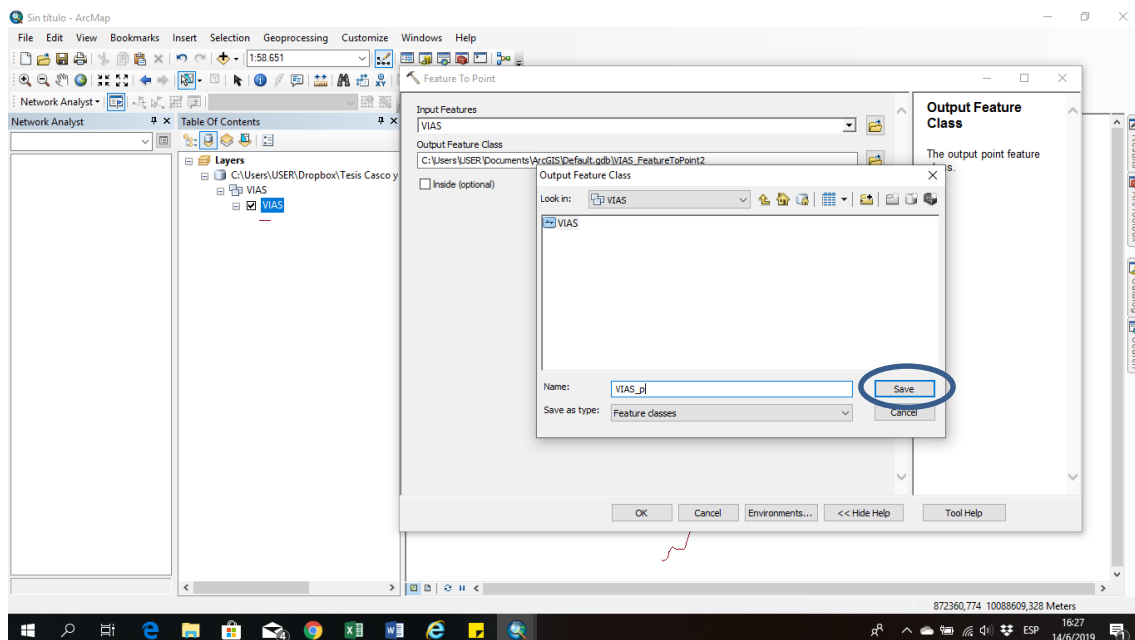
Convertir la capa polígono a punto con *Feature to point*

Una vez culminada la modificación de la capa catastral se prosigue convertir el archivo vectorial poligonal en un documento de punto haciendo uso de *Feature To Point*.

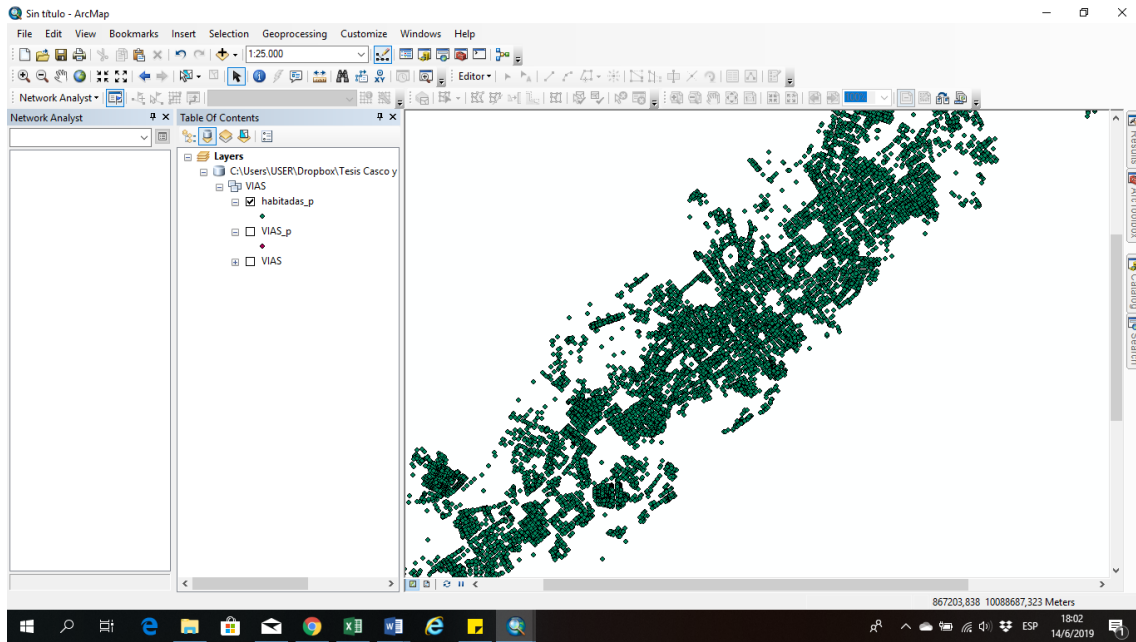
- 1- Hacer clic en *Arctoolbox*
- 2- Desplegar la herramienta *data management tools*
- 3- clic en *Feactures*
- 4- seleccionar *Feacture to point* tal como se muestra en la siguiente figura.



- 5- Abrir *Input Features* y seleccionar (VIAS)
- 6- Antes de guardar se da la localización hasta la *Geodatabase* creada.

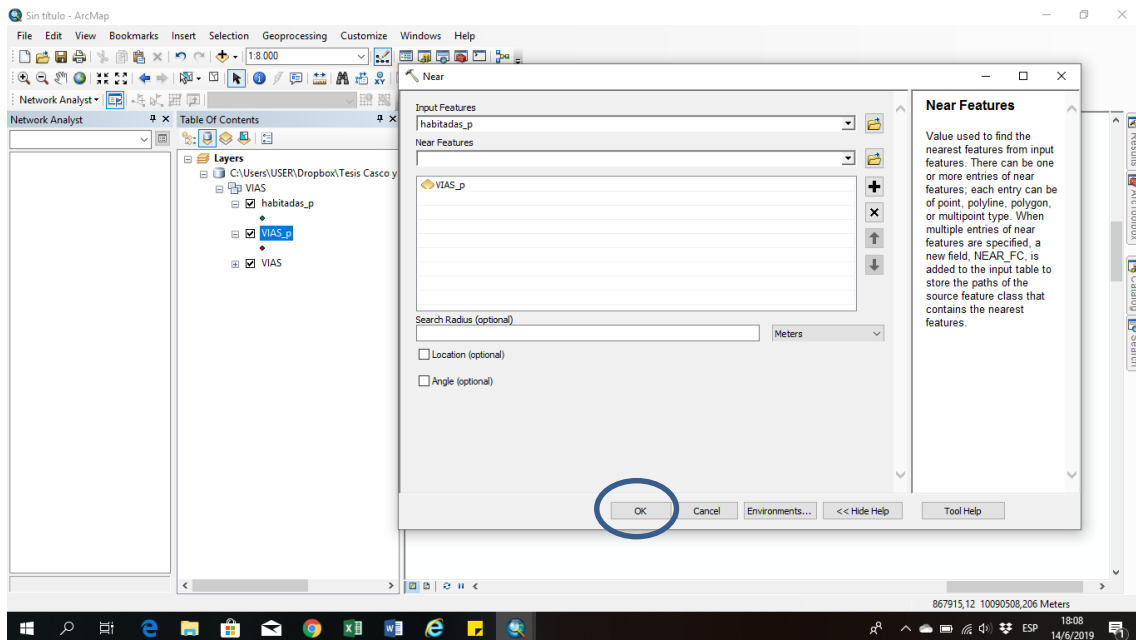


En la siguiente figura todas las capas son puntos.



Determinar la vía cercana a la vivienda

- 1- Ingresar al buscador de *ArcMap*
- 2- Buscar *Near* (seleccionar)
- 3- Abrir en *Input Features* seleccionar **habitadas\_p**
- 4- Luego dar clic en *OK*



La columna *NEAR\_FID* indica a que punto más cercano se encuentra del punto de vía; y *NEAR\_DIST* da el valor de la distancia en metros como se puede observar en la siguiente figura.

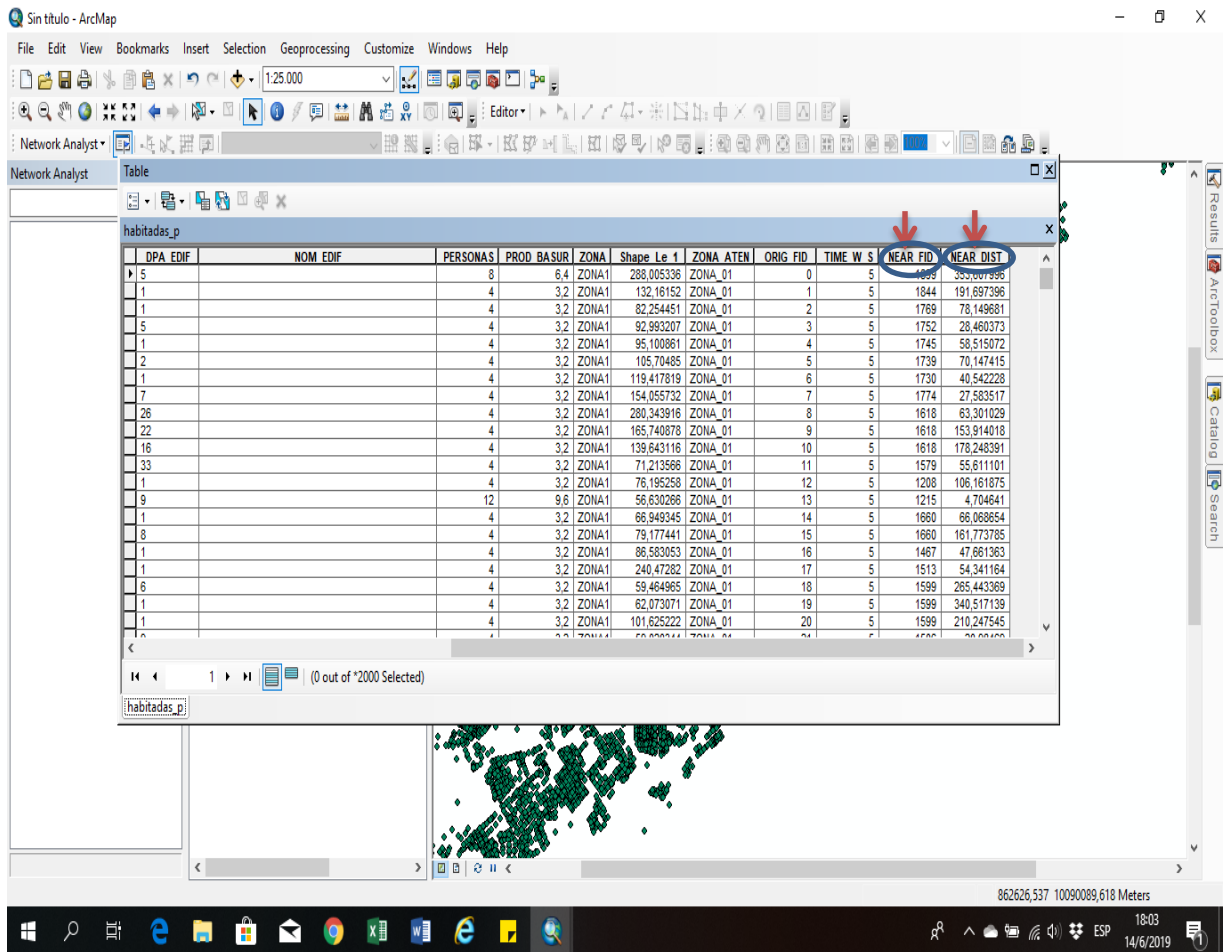
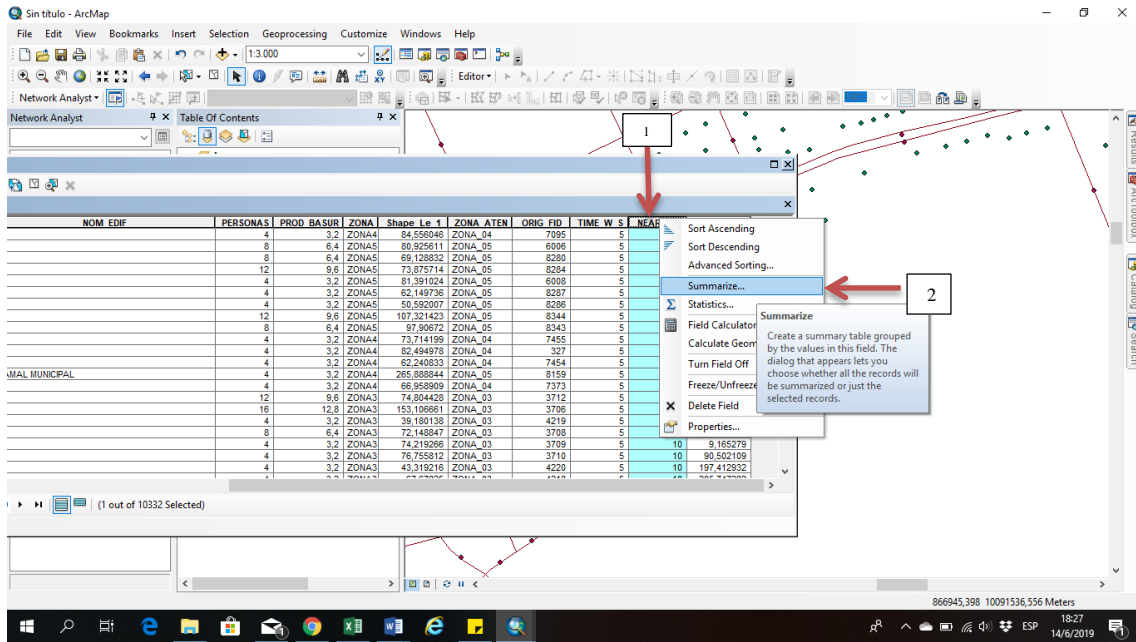


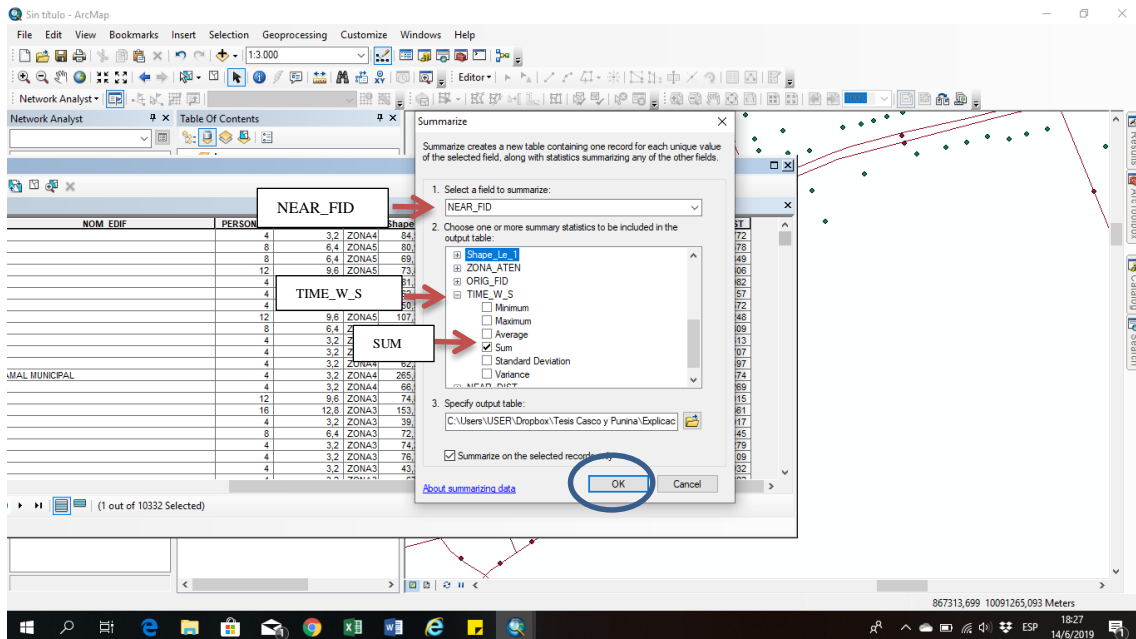
Tabla de atributos.

Se creará una tabla con la herramienta de *SUMMARIZE* con la intención de recopilar toda la información en relación al tiempo de espera y la cantidad de desecho que se debe recoger, para de mantener un orden en el futuro.

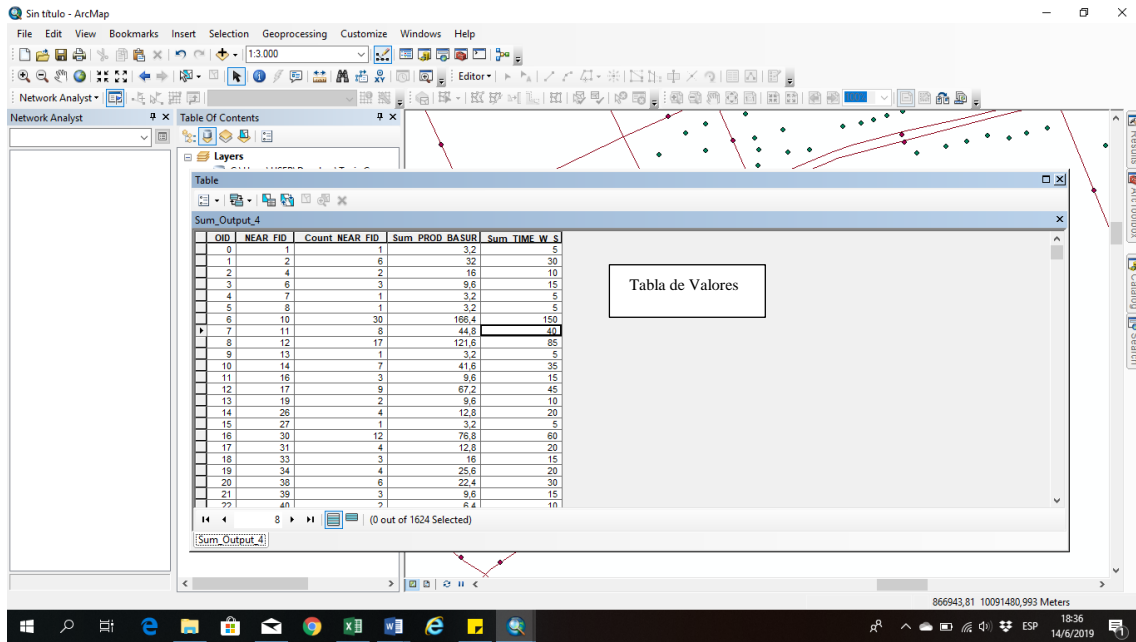
- 1- Seleccionar la capa **habitantes\_p**
- 2- Dar clic derecho seguido abrir la opción tabla de atributos.
- 3- Seleccionar la columna *NEAR\_FID*
- 4- Clic derecho, seleccionar la opción *SUMMARIZE*



- 5- Abrir el campo a sumar en este caso *NEAR\_FID*
- 6- Desplegar *TIME\_W\_S*
- 7- Marcar la opción *Sum*
- 8- Por último, clic en *OK*

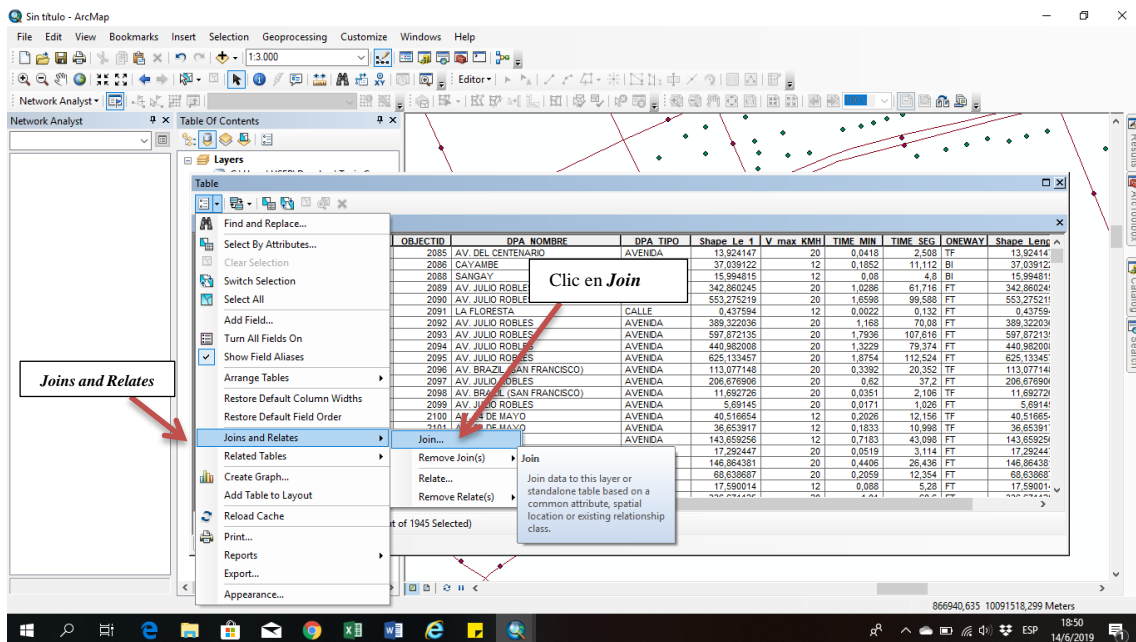


Y se obtiene la tabla con los siguientes valores



Enlazar la tabla con la capa de puntos (*Join* Tabla con *shapefile* punto de vías)

- 1- Clic derecho
- 2- En la tabla que se despliega seleccionar *Joins and Relates*
- 3- Clic en *Join*



- 4- En la tabla que se despliega seleccionar *Join attributes from a table*
- 5- Siguiendo escoger la opción *ORIG\_FID*
- 6- Siguiendo seleccionar TABLA y marcar
- 7- En *choose de field*, seleccionar *NEARD\_FID*.
- 8- En *Join Options* seleccionar *keep all records*
- 9- Clic en *Validate Join*

## 10- Clic en Close

Join Data

Join lets you append additional data to this layer's attribute table so you can, for example, symbolize the layer's features using this data.

What do you want to join to this layer?

Join attributes from a table

1. Choose the field in this layer that the join will be based on:  
ORIG\_FID

2. Choose the table to join to this layer, or load the table from disk:  
Table  
 Show the attribute tables of layers in this list

3. Choose the field in the table to base the join on:  
NEAR\_FID

Join Options

Keep all records  
All records in the target table are shown in the resulting table. Unmatched records will contain null values for all fields being appended into the target table from the join table.

Keep only matching records  
If a record in the target table doesn't have a match in the join table, that record is removed from the resulting target table.

Validate Join

OK Cancel

Join Validation

All field and datasource validation tasks were completed successfully.

The number of matching records for the join:  
- 1624 of 1945 records matched by joining [ORIG\_FID] from <VIAS\_p> with [NEAR\_FID] from <Sum\_Output\_4>.

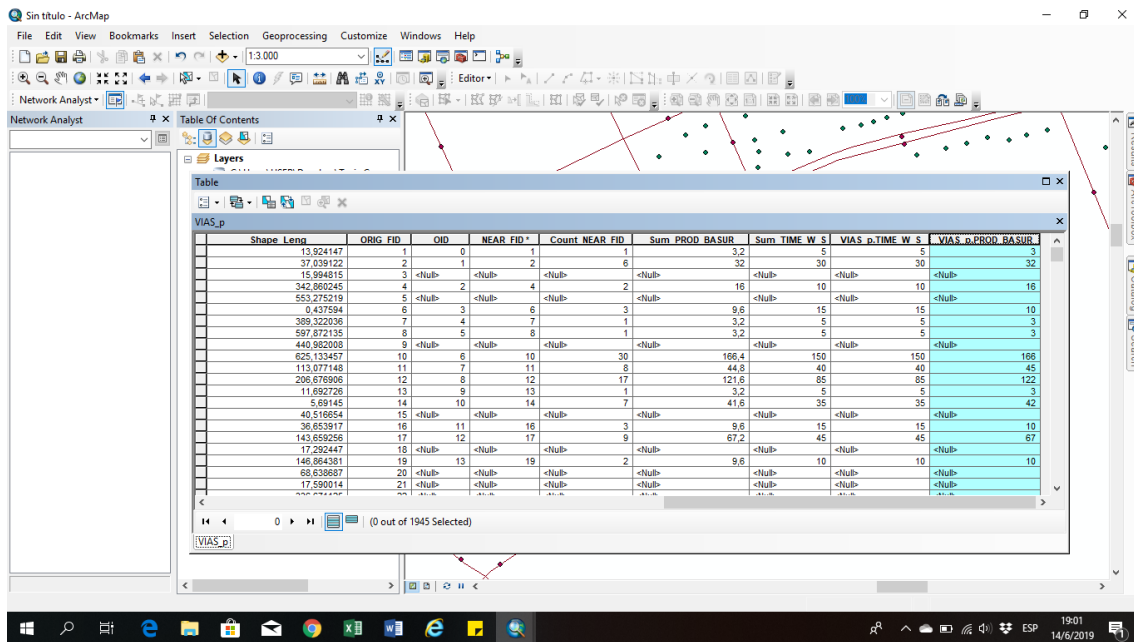
Matching records may not appear in table view due to join validation errors.

Close

Validate Join

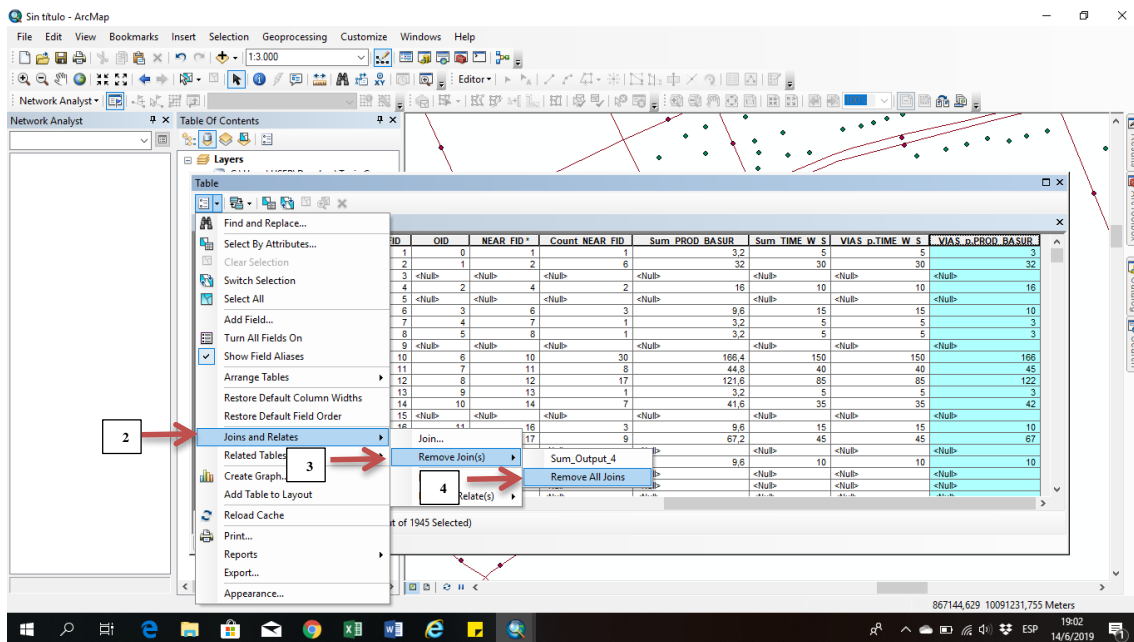
OK Cancel

Se tiene como resultado la siguiente tabla.



Ahora se procede a desvincular

- 1- Clic derecho
- 2- En la tabla que se despliega seleccionar **Joins and Relates**
- 3- Clic en **Remove Join(s)**
- 4- Clic en **Remove All Joins**

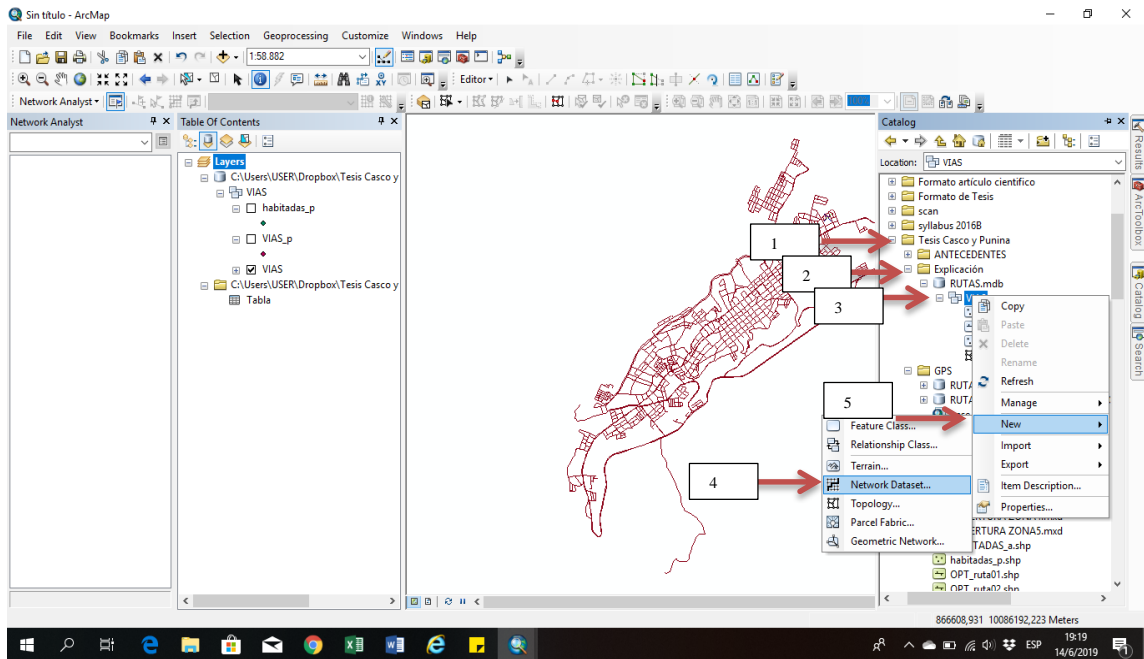


Crear *Network Dataset*, este permitirá hacer uso de la herramienta *Network Analyst*.

- 1- Abrir en *Catalog*
- 2- Seleccionar la base de datos con la que se está trabajando en este caso (Tesis)
- 3- Clic en Explicación, desplegar Rutas y seleccionar VIAS

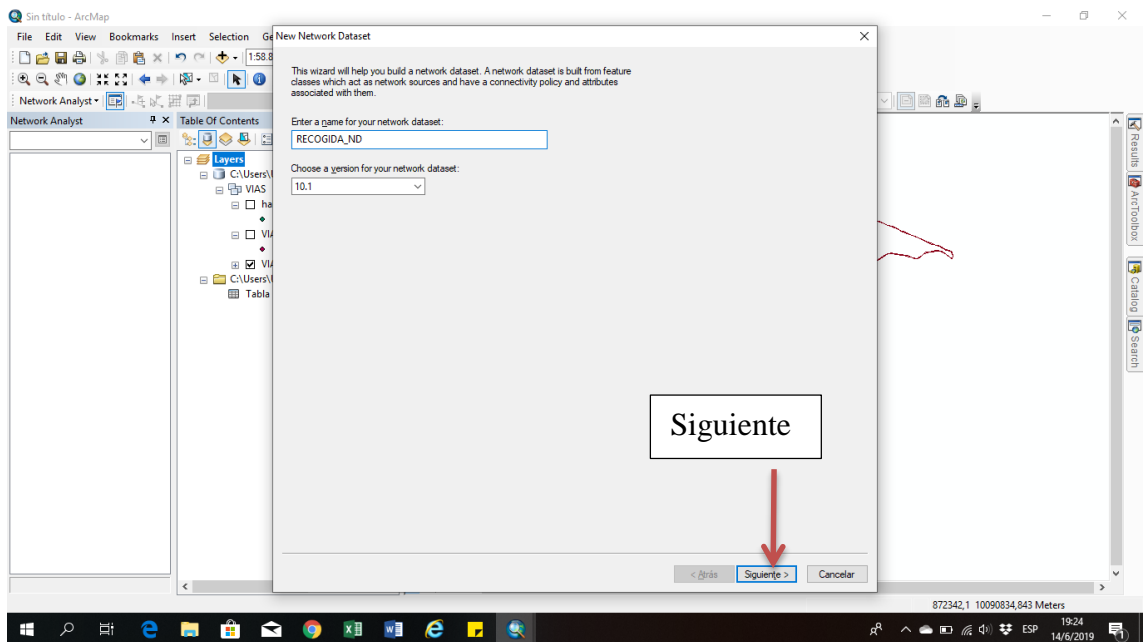
4- Clic derecho *New*

5- Y seleccionar *Network Dataset*

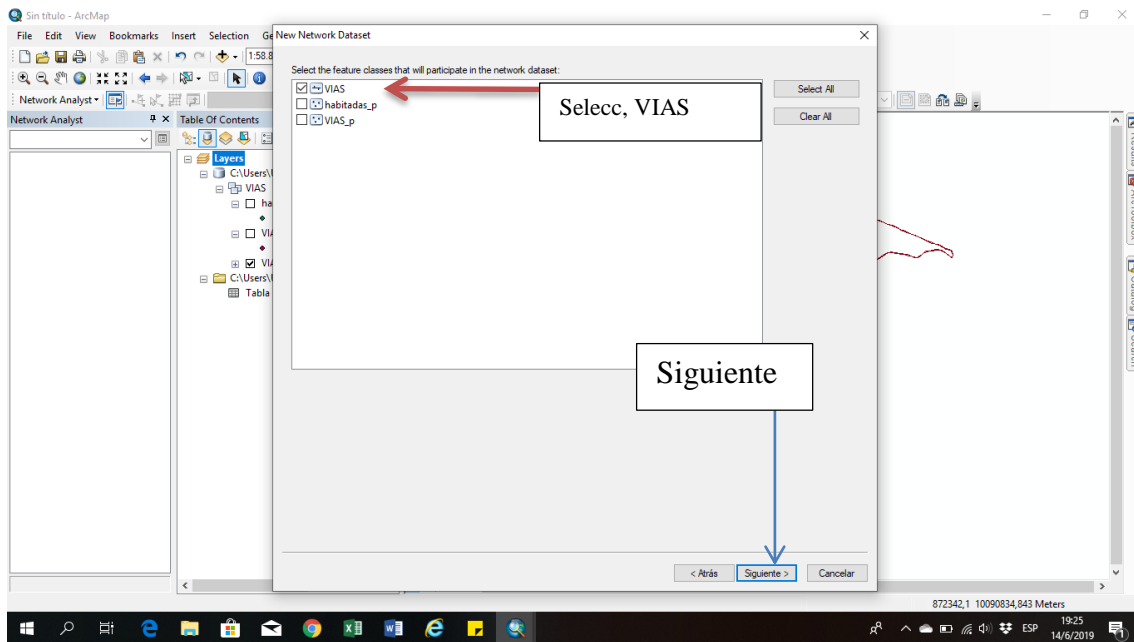


6- Cuando ya se haya incorporado datos en las redes se deberá concretar un nombre, para este caso se definió RECOGIDA\_ND.

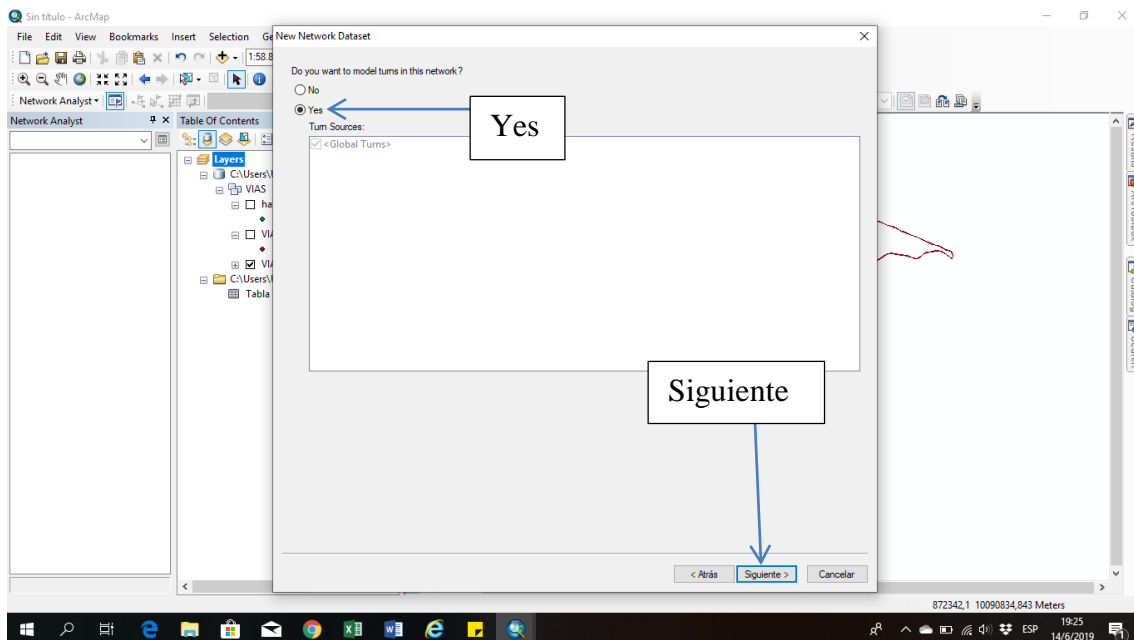
7- Siguiente



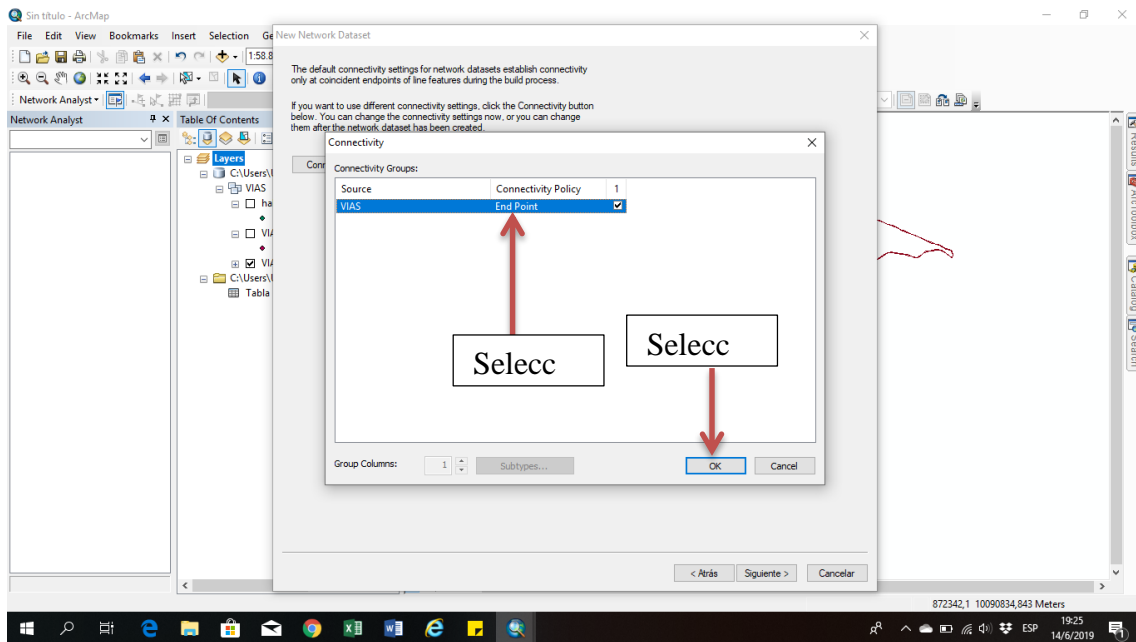
8- Seleccionar la capa VIAS para luego darle siguiente.



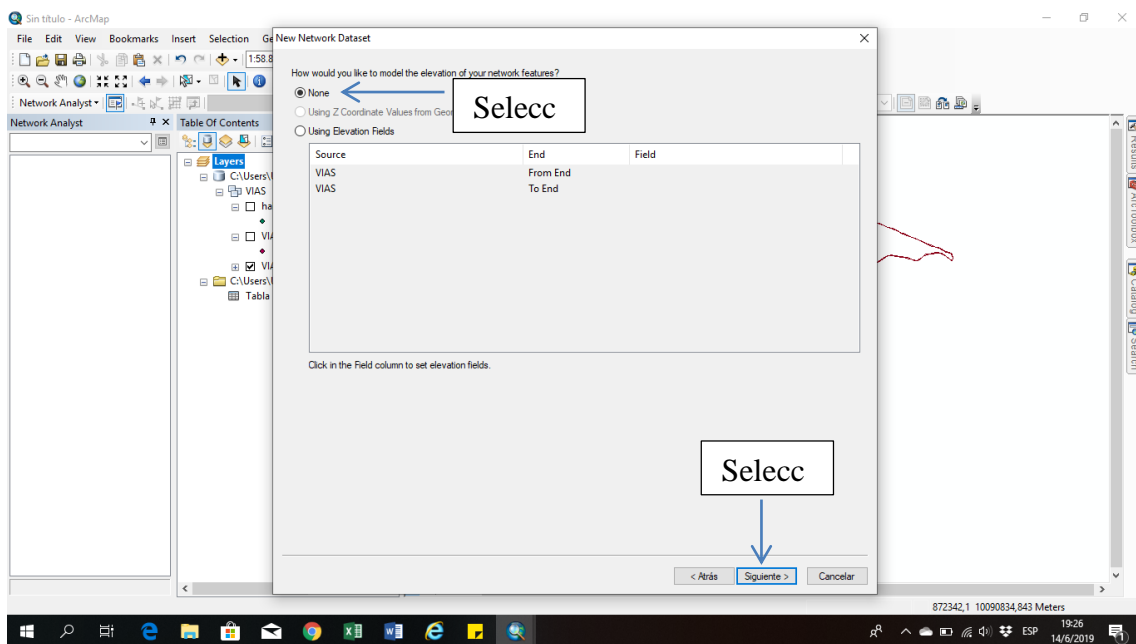
9- Marcar la opción si (yes) y posterior dar siguiente



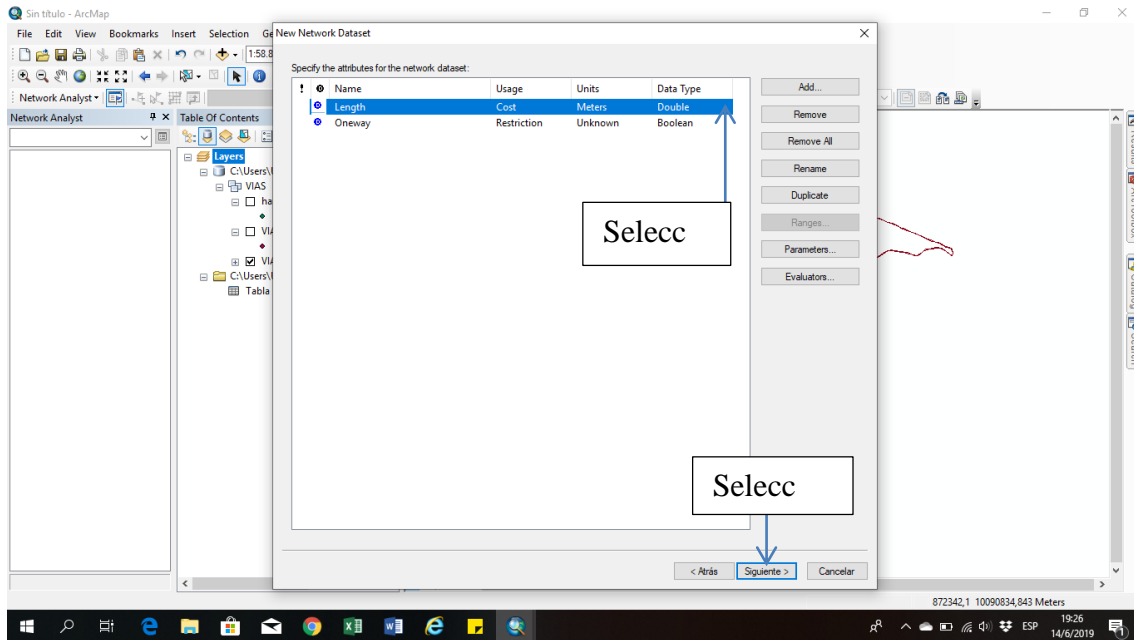
10- Marcar en el cuadro *Connectivity* la opción VIAS, confirmar con un *ok*.



11- En el siguiente recuadro marcar la opción *None* y dar clic en el icono siguiente.

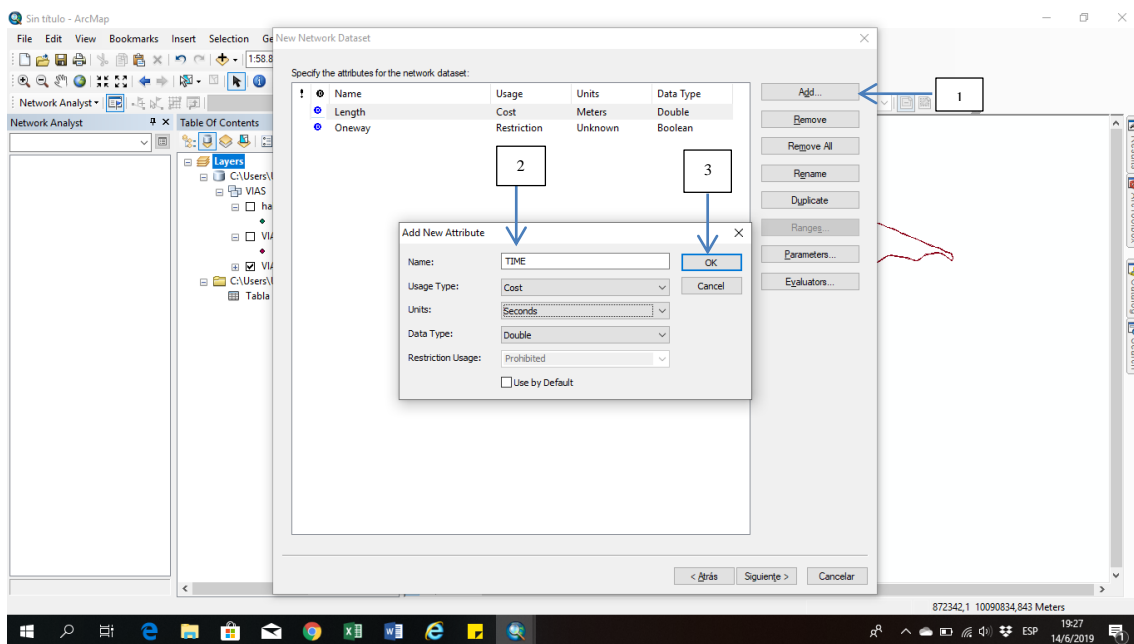


12- En la tabla *New Network Dataset* especificar el atributo que en este caso es *Length*, luego siguiente.

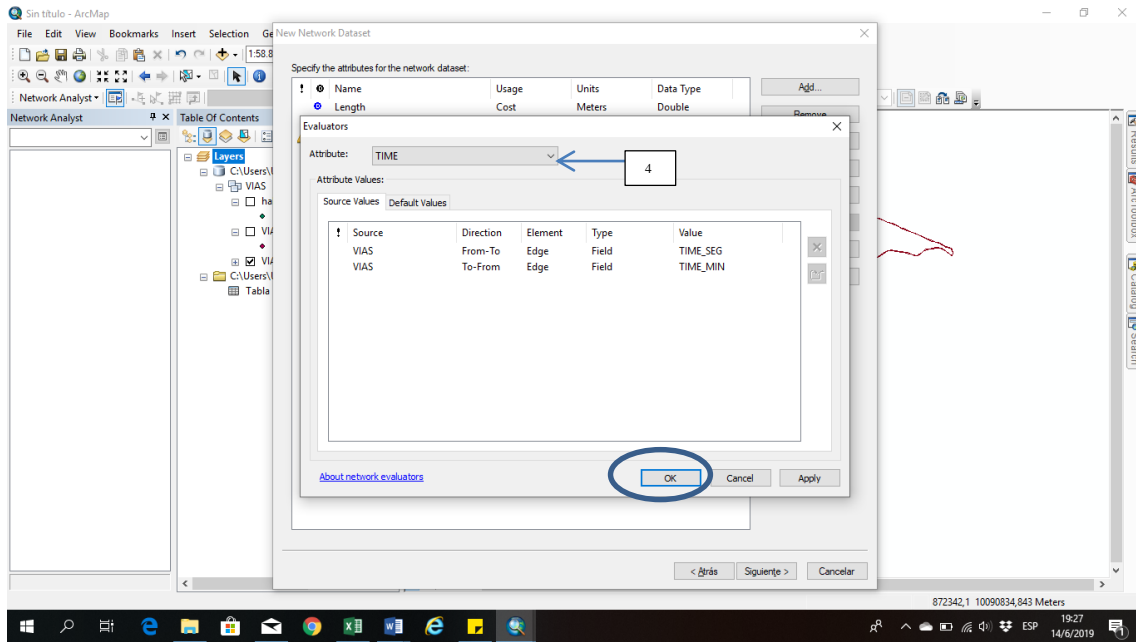


Para concluir con el proceso se debe realizar un pequeño análisis sobre la determinación de las medidas direccionales que presentan las unidades de longitud y tiempo, esto permitiría obtener un complemento final de los atributos en la capa. Se deberá usar el nombre del campo de la vía como referencia.

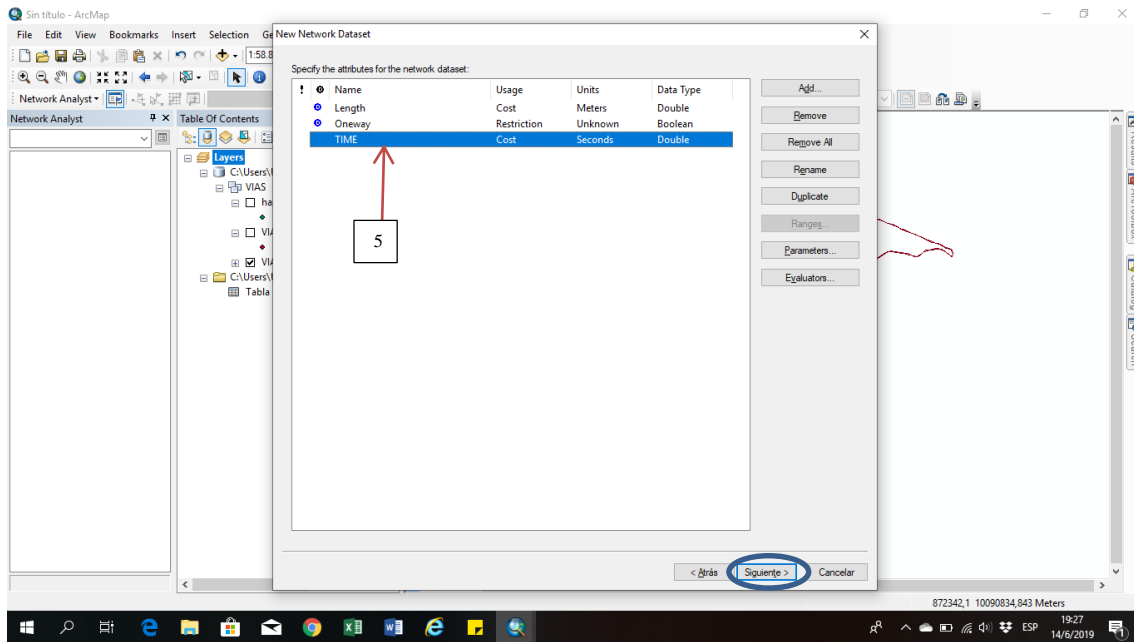
- 1- Agregar en *Add New Attribute*
- 2- Asignar las características a *TIME*
- 3- Clic en *OK*



- 4- En la tabla *Evaluators* seleccionar en *Attribute TIME*, posterior dar *ok*.

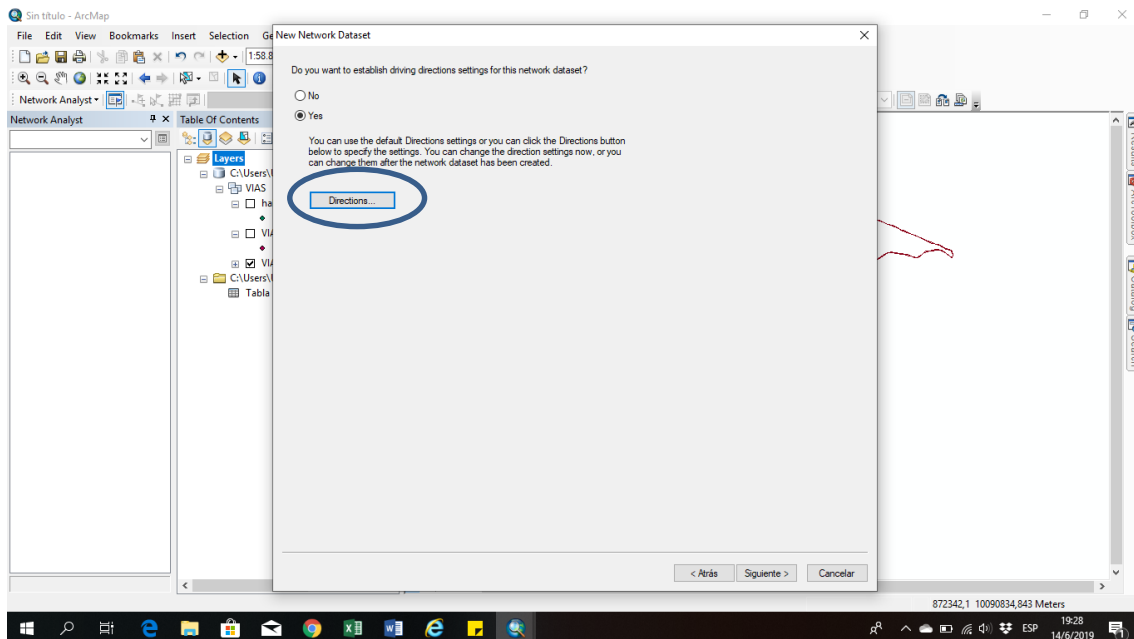


5- Verificar que los atributos de *TIME* sean los correctos y dar clic en siguiente.



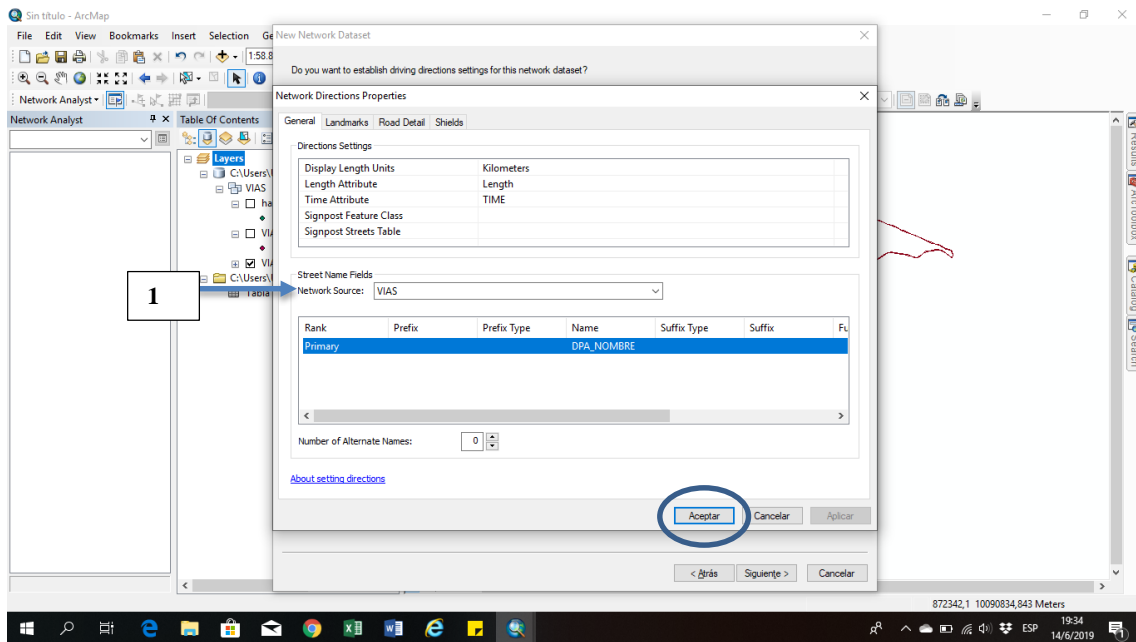
6- Confirmar las configuraciones realizadas en *New Network Dataset* marcando *yes*.

7- Dar clic en *Directions*.

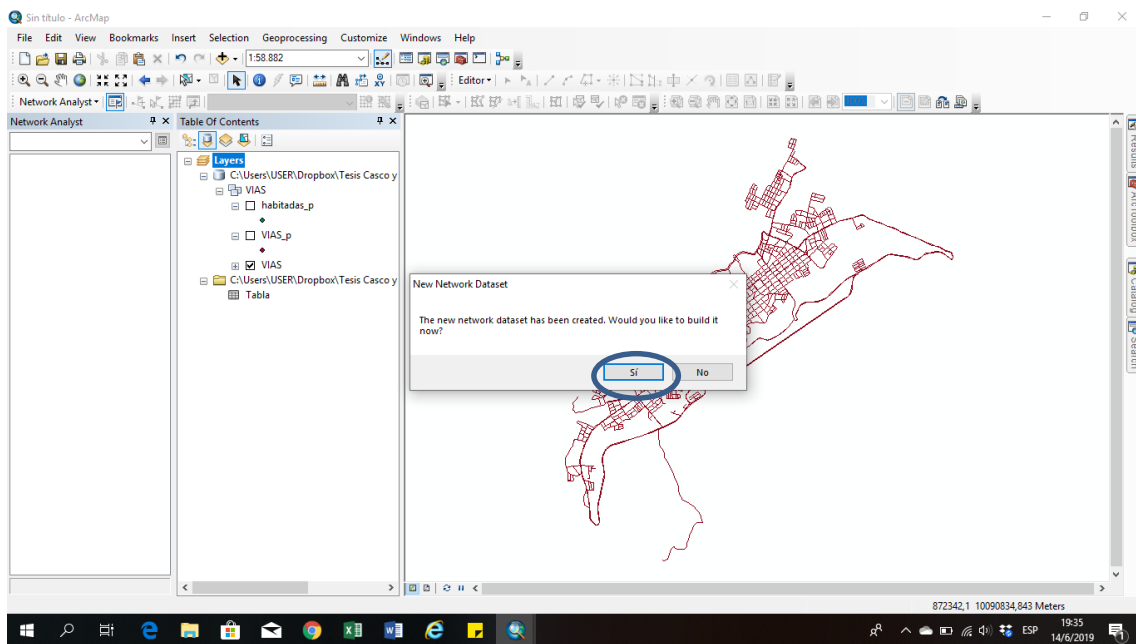


En el botón *Directions* se debe seleccionar el nombre de calle para ser utilizado en las direcciones a tomar.

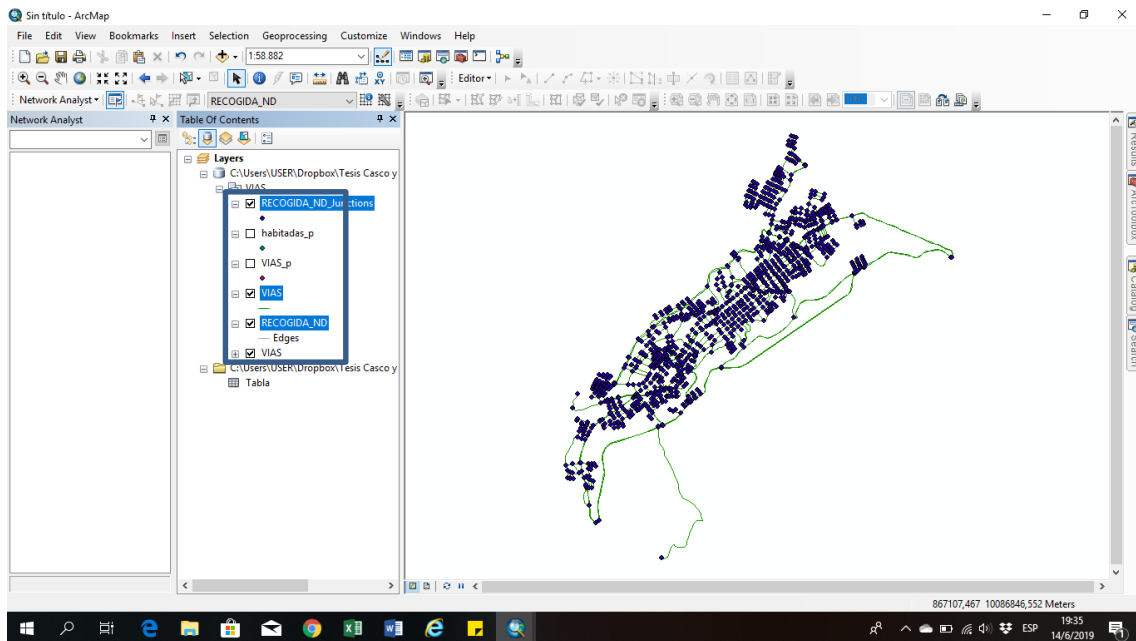
- 1- En la tabla siguiente *Network Directions Properties* en *Network Source* seleccionar VIAS.
- 2- Clic en aceptar.



3- Pide si se quiere sumar el resultado, dar en clic en SI

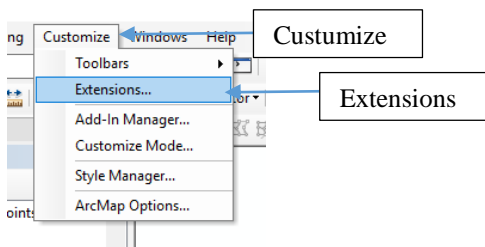


Seleccionar las capas, *RECOGIDA\_ND\_Junctions*, *RECOGIDAS\_ND* y *VIAS* tal como se muestra en las capas seleccionadas en la siguiente figura para continuar con el VRP



Primero verificar que se encuentre activadas las extensiones

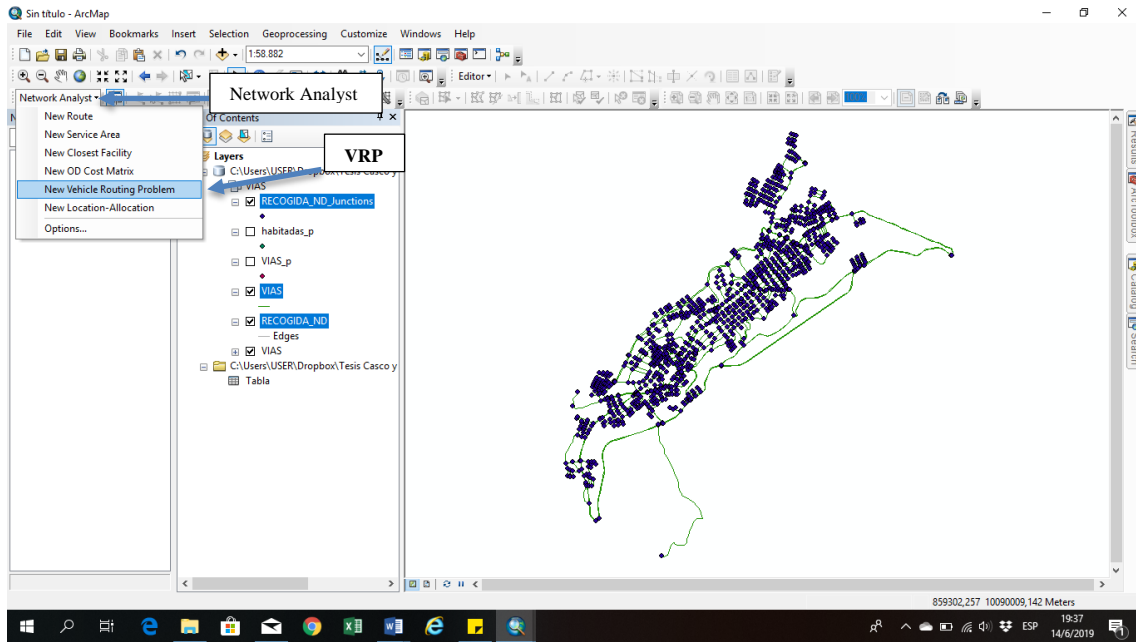
- 1- Clic en *Customize*
- 2- Seleccionar *Extensions*




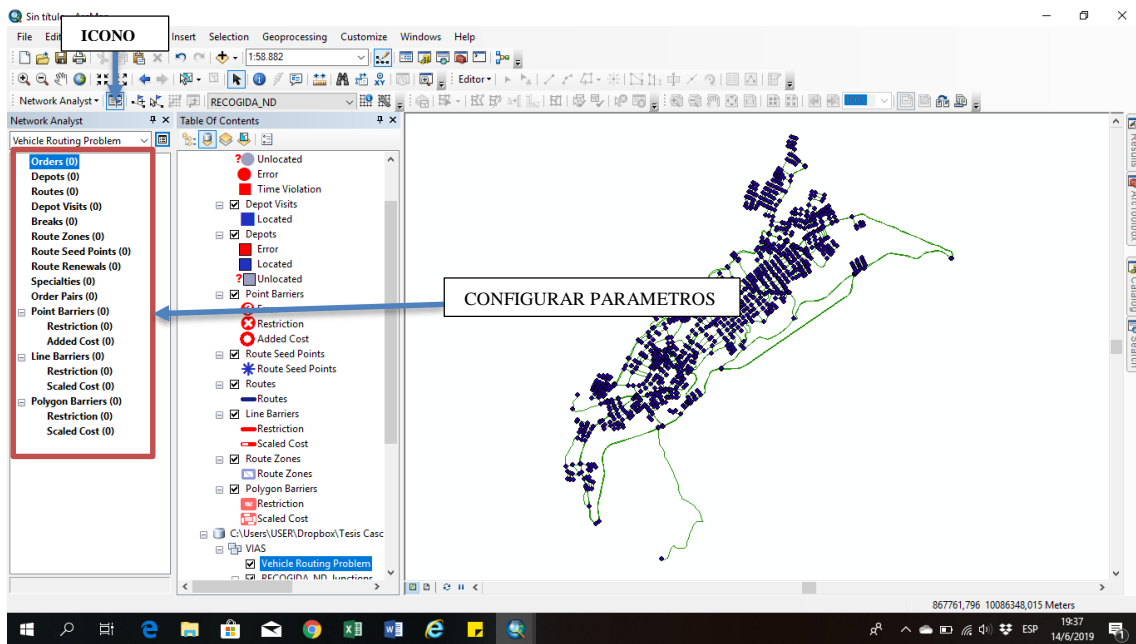
Herramienta de enrutamiento de vehículos

Al ser desarrollada toda la información se intenta planificar el recorrido en nuevas zonas, para cubrir con el trayecto que debe cumplir dicho vehículo, para ello se utiliza la herramienta de problema de enrutamiento de vehículo *Vehicle Routing Problem (VRP)*

- 1- Ingresar a *Network Analyst*
- 2- Seleccionar *New VRP*, y se tendrá la siguiente figura

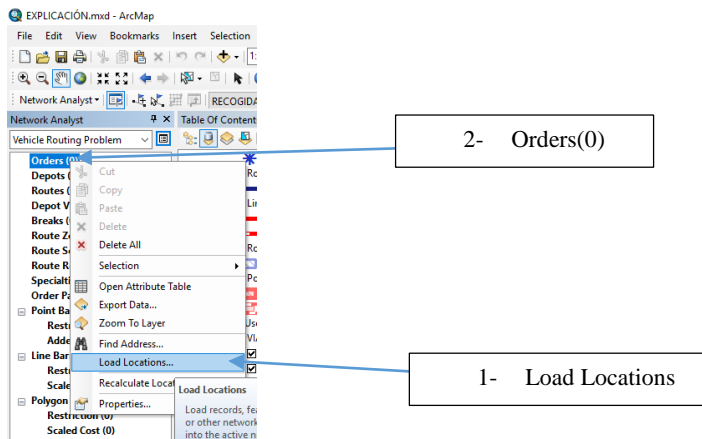


3- Posterior hacer clic en el siguiente icono  y configurar los siguientes parámetros



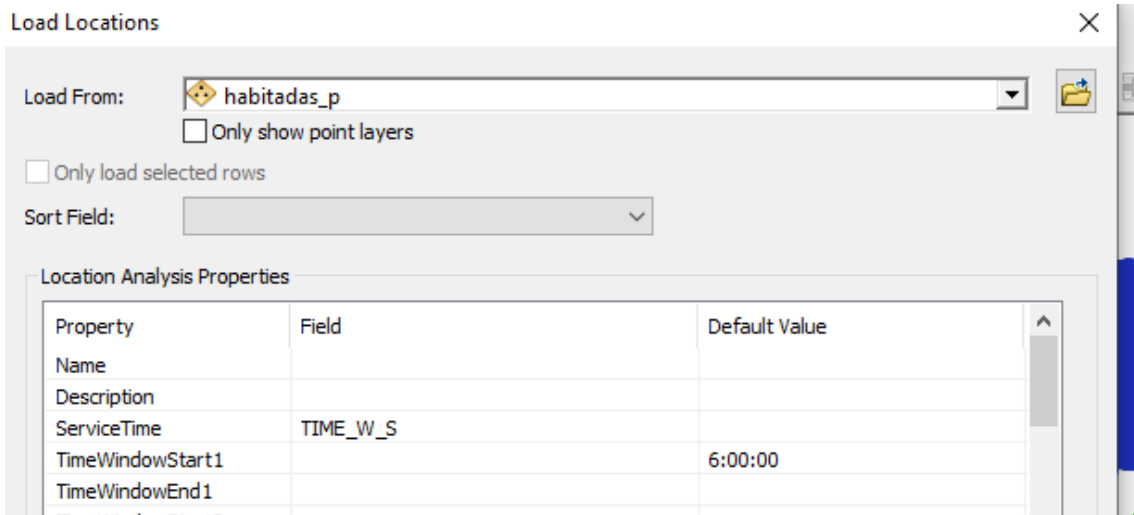
Se procede alimentar la barra lateral izquierda con la información requerida

- 1- Ingresar a Orders(0)
- 2- Load Locations

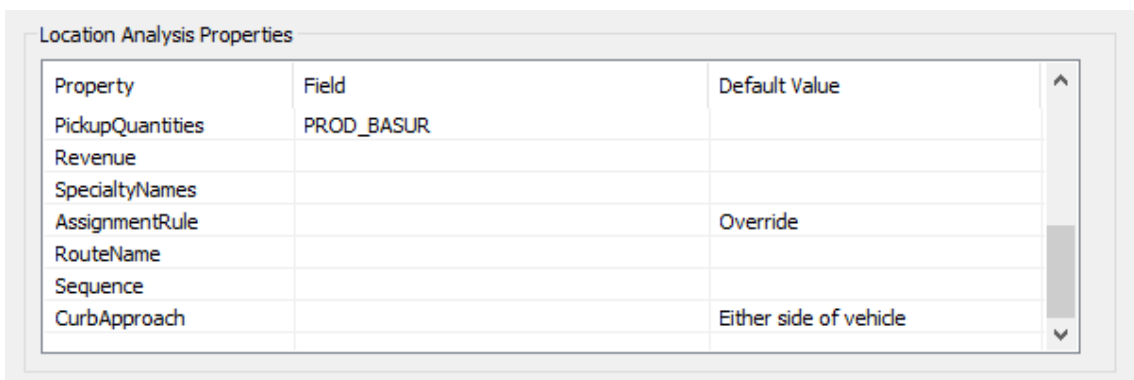


3- Ingresar y verificar los siguientes parámetros

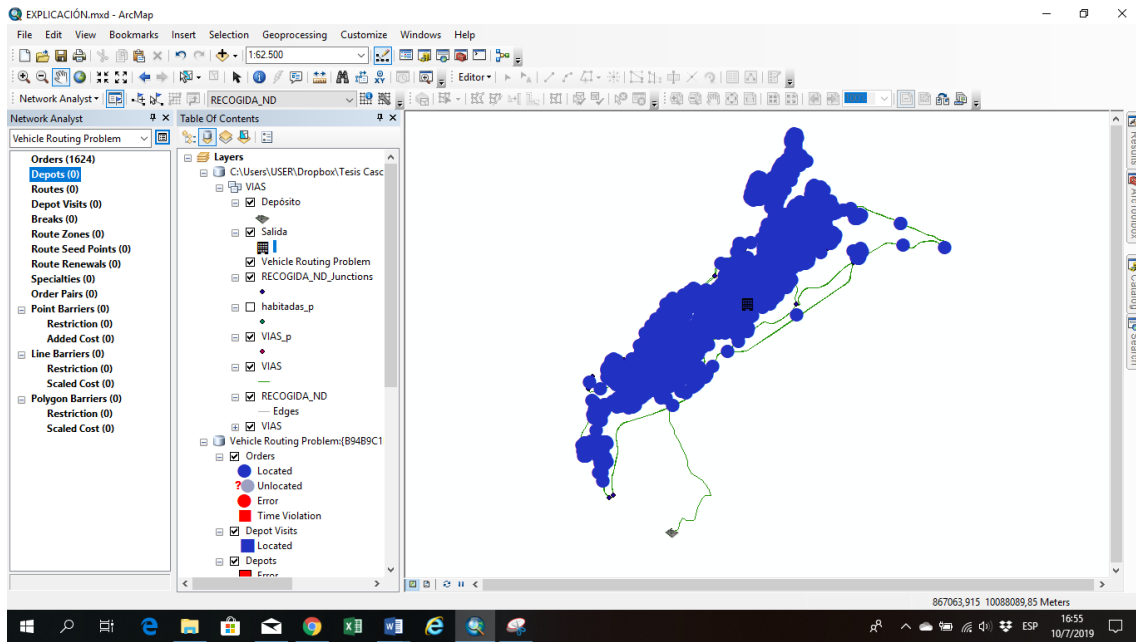
- Ingresar datos de tiempo de servicio y de inicio



- Ingresar el parámetro de producción de basura a ser recogida



Como resultado se obtiene el siguiente gráfico:



### Parámetros

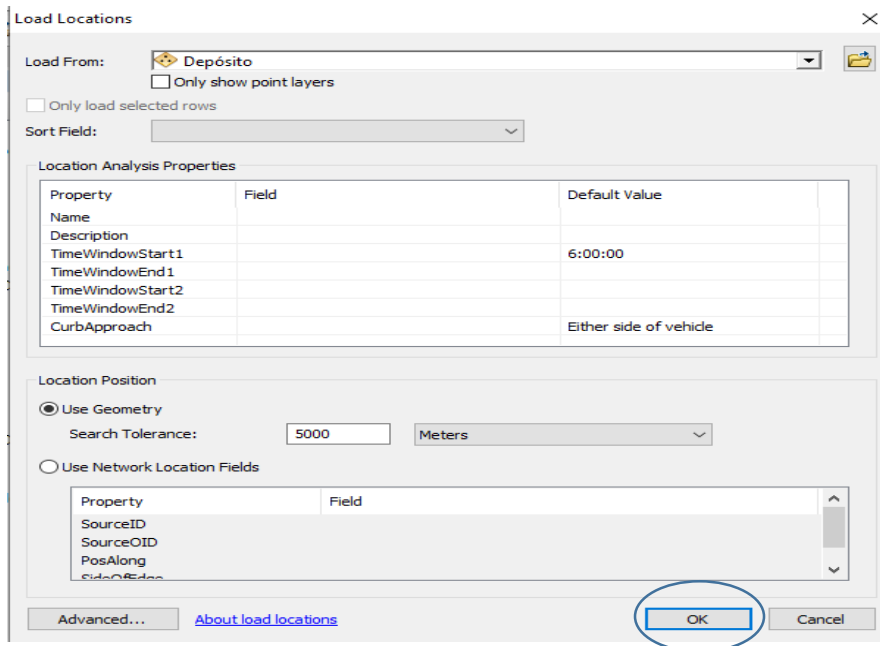
- Se debe de crear los archivos de puntos tanto de salida como de destino.
- En este caso Salida sería el municipio
- De llegada el Relleno sanitario

Para terminar el proceso del ingreso de salida dar clic en *ok*

| Property         | Field | Default Value          |
|------------------|-------|------------------------|
| Name             |       |                        |
| Description      |       |                        |
| TimeWindowStart1 |       | 6:00:00                |
| TimeWindowEnd1   |       |                        |
| TimeWindowStart2 |       |                        |
| TimeWindowEnd2   |       |                        |
| CurbApproach     |       | Either side of vehicle |

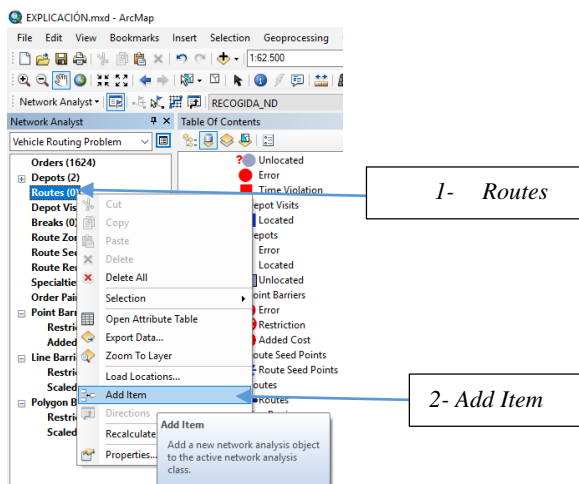
## De llegada o Destino

- Para terminar el proceso del ingreso del destino dar clic en *ok*



## Ingreso de las unidades para ser utilizadas en el proceso

- 1- Clic derecho en *Routes* (0)
- 2- Clic en *Add Item*

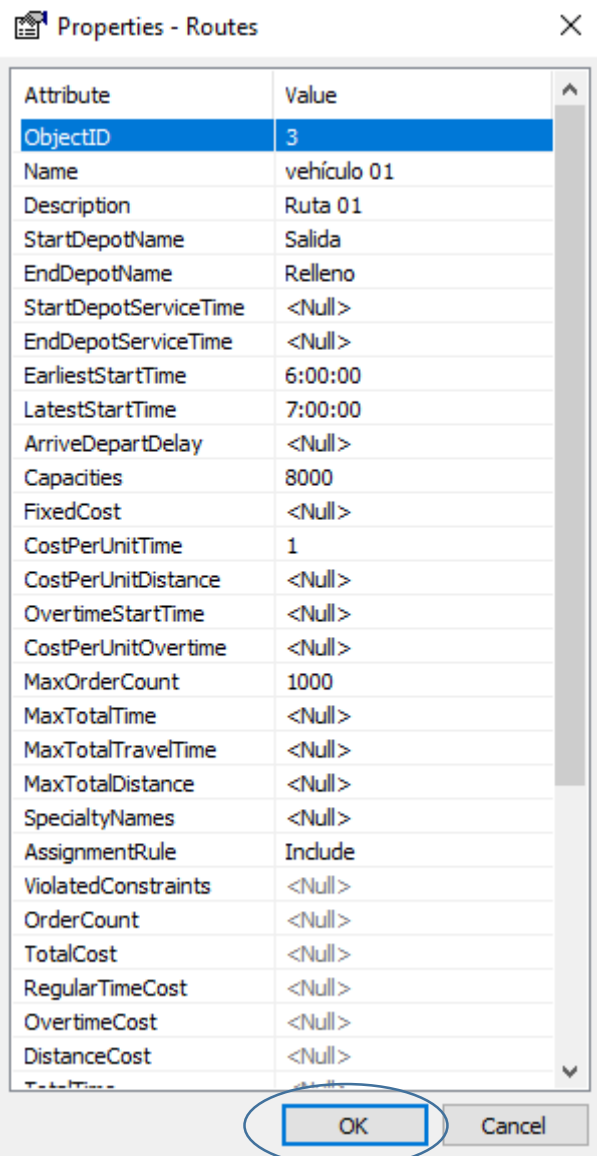


Se Ingresan los siguientes datos para cada unidad:

- Se asigna el número de vehículo
- Se designa la ruta para cada vehículo
- Se ingresa parámetro de inicio
- Se ingresa parámetro de fin
- Se ingresa la hora de salida
- Se ingresa la hora más tardía de salida

- Se establece el número de ordenes máximas

Después de completar los campos clic en *ok*



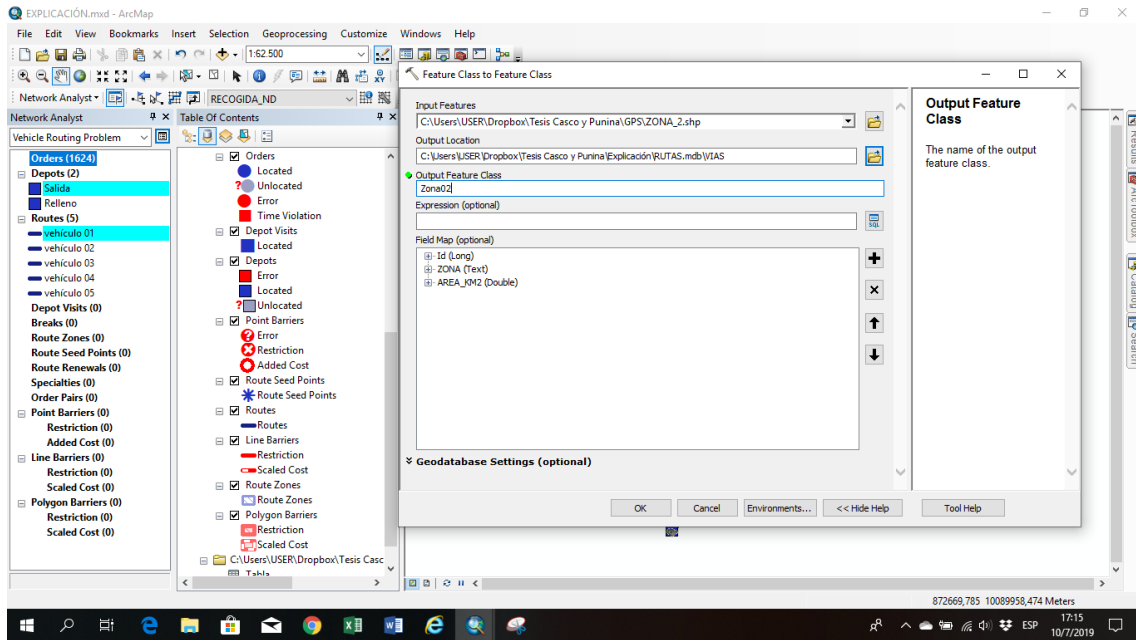
| Attribute             | Value       |
|-----------------------|-------------|
| ObjectID              | 3           |
| Name                  | vehículo 01 |
| Description           | Ruta 01     |
| StartDepotName        | Salida      |
| EndDepotName          | Relleno     |
| StartDepotServiceTime | <Null>      |
| EndDepotServiceTime   | <Null>      |
| EarliestStartTime     | 6:00:00     |
| LatestStartTime       | 7:00:00     |
| ArriveDepartDelay     | <Null>      |
| Capacities            | 8000        |
| FixedCost             | <Null>      |
| CostPerUnitTime       | 1           |
| CostPerUnitDistance   | <Null>      |
| OvertimeStartTime     | <Null>      |
| CostPerUnitOvertime   | <Null>      |
| MaxOrderCount         | 1000        |
| MaxTotalTime          | <Null>      |
| MaxTotalTravelTime    | <Null>      |
| MaxTotalDistance      | <Null>      |
| SpecialtyNames        | <Null>      |
| AssignmentRule        | Include     |
| ViolatedConstraints   | <Null>      |
| OrderCount            | <Null>      |
| TotalCost             | <Null>      |
| RegularTimeCost       | <Null>      |
| OvertimeCost          | <Null>      |
| DistanceCost          | <Null>      |

Y se repite para los cinco vehículos

Para este caso se hace el ingreso de las zonas (5)

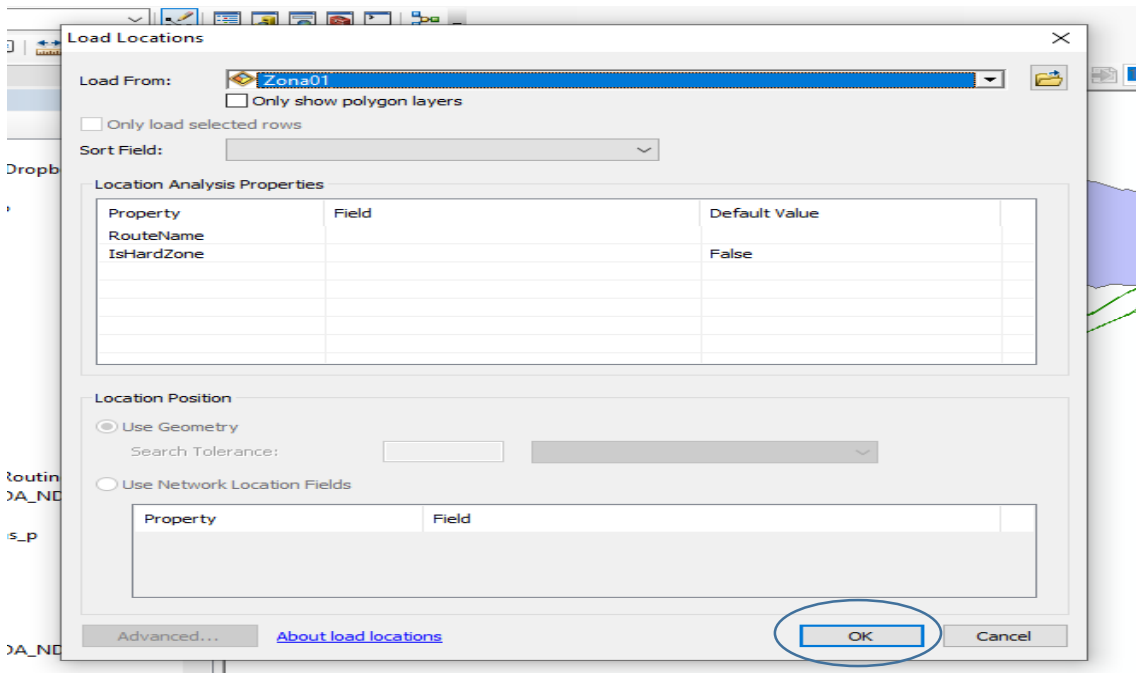
Asignar los siguientes vehículos a cada zona

- En *Feacture Class to Feacture Class*

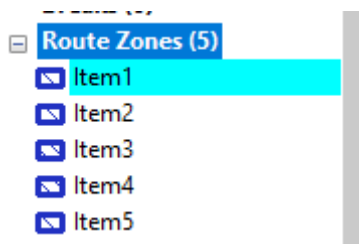


En *Route Zones* (0) se ingresa las zonas que se unieron anteriormente

- Clic en *ok*

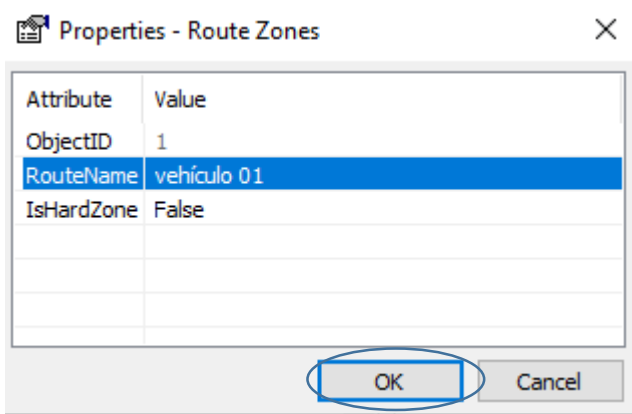


Se procede a designar a cada ruta con el respectivo vehículo

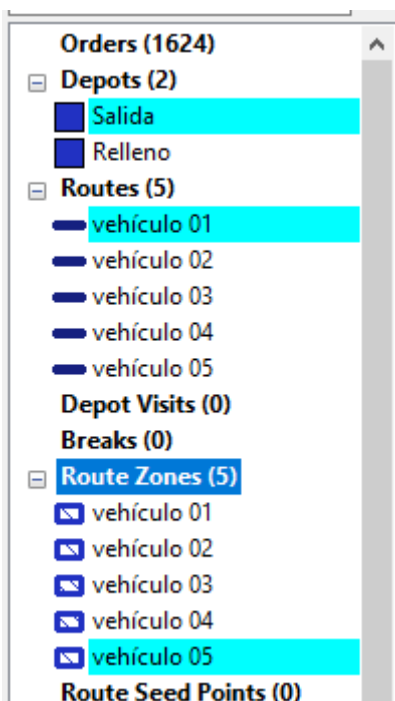


- 1- Clic derecho en *Item - Properties*
- 2- Asignar el vehículo

3- Clic en *ok*

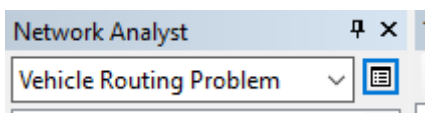


Asignar la salida y llegada-relleno para cada ruta en cada zona como se muestra a continuación:



Se procede a configurar los parámetros de las capas (*Layers*)

- Clic Network Analyst
- Clic en VRP



Configuración de los siguientes parámetros en la tabla de atributos de las capas (*Layer*), tal como muestra en la siguiente figura:

- Dar clic en Aceptar

## Layer Properties

Layer Properties

General Layers Source Analysis Settings Advanced Settings Attribute Parameters Network Locations

Settings

Time Attribute: TIME (Seconds) ▾

Distance Attribute: Length (Meters) ▾

Default Date:

Day of Week: Today ▾

Specific Date: 10/ 7/2019 ▾

Capacity Count: 1

Time Field Units: Minutes ▾

Distance Field Units: Kilometers ▾

U-Turns at Junctions: Allowed ▾

Output Shape Type: True Shape with Measures ▾

Use Hierarchy

Restrictions

Oneway

Directions

Distance Units: Kilometers ▾

Use Time Attribute: TIME (Seconds) ▾

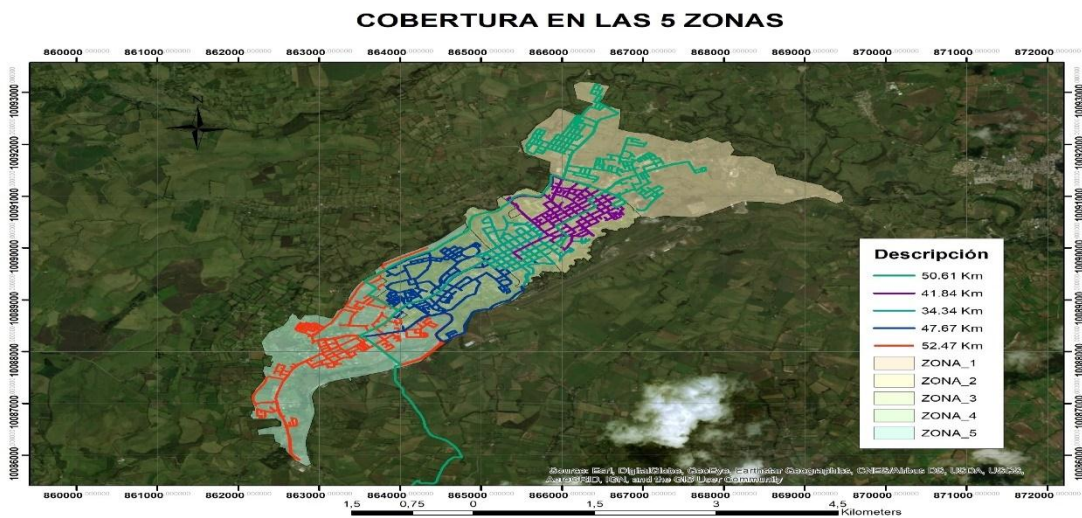
Open Directions window automatically

[About the vehicle routing problem analysis layer](#)

Aceptar Cancelar Aplicar

- Finalmente dar clic en *solve* para ejecutar el programa.

Obteniendo como resultado la simulación mostrada en la siguiente figura:



Anexo 2:Fichas de observación aplicadas en la investigación (ejemplo ficha 1)

| FICHA DE OBSERVACIÓN                           |   |                   |  |
|--|---|-------------------|--|
| FICHA N.º 1                                    | FECHA: 08/08/2018   | DURACIÓN: 2 horas |  |
| ELABORADO                                      | Paul Punina<br>Wilson Casco   | RESPONSABLE       | Ing. Porfilio Eche<br>Encargado del Sistema<br>de recogida de basura |
| LUGAR  | Gobierno autónomo<br>descentralizado de la ciudad<br>Tulcán.  | DIRECCIÓN:        |  |
| LO OBSERVADO                                   | REGISTRO ETNOGRÁFICO  |                   |  |
| Método de recolección y tipo de planificación. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En la primera visita de campo al GAD de la ciudad de Tulcán se pudo observar lo siguiente:</li> <li>• Para el sistema de recogida de desechos y residuos sólidos, se utiliza un tipo de planificación estratégica es decir que el municipio planifica a largo plazo, es decir se prevé los recursos con antelación, así como las actividades del sistema.</li> <li>• De igual manera se logro observar que se usa un método de recogida de acera es decir que los vehículos recogen los residuos en las aceras de cada domicilio para posteriormente ser enviadas al relleno sanitario o basurero.</li> <li>• El GAD municipal no cuenta con un estudio técnico para la recolección de basura, por lo que actualmente se lo realiza de una manera convencional.</li> <li>• La capacidad apropiada de los vehículos es de 8 a 10 toneladas, pero a veces los vehículos sobrepasan a 11 toneladas de capacidad.</li> <li>• La disposición final es la misma para todos los residuos, es decir, no se da un tratamiento a los desechos por sus características o composición, de igual manera no se hace reciclaje ni al momento de recolección ni en el depósito.</li> </ul> |                   |  |



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACION, ADMINISTRACION Y ECONOMIA EMPRESARIAL**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN LOGISTICA**

**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:**

**NOMBRE:** Casco Inuca Wilson Xavier  
**NIVEL/PARALELO:** 0

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 1003985957  
**PERIODO ACADÉMICO:** octubre 2019 - Febrero 2020

**TEMA DE INVESTIGACIÓN:** El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

**PRESIDENTE:** MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier  
**LECTOR:** MSC. Heredia Campaña Argenis Lissander  
**ASESOR:** MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** 3                      **AULA:** 106

**FECHA:** martes, 3 de septiembre de 2019

**HORA:** 09H00

Obteniendo las siguientes notas:

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 1) Sustentación de la predefensa: | 6,40        |
| 2) Trabajo escrito                | 2,90        |
| <b>Nota final de PRE DEFENSA</b>  | <b>9,30</b> |

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el                      martes, 3 de septiembre de 2019

  
MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier  
**PRESIDENTE**

  
MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier  
**TUTOR**

  
MSC. Heredia Campaña Argenis Lissander  
**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
**FACULTAD DE COMERCIO INTERNACIONAL, INTEGRACION, ADMINISTRACION Y ECONOMIA EMPRESARIAL**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN LOGISTICA**

**ACTA**

**DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:**

**NOMBRE:** Punina Morales Paúl Ramiro  
**NIVEL/PARALELO:** 0

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 1804666996  
**PERIODO ACADÉMICO:** Julio 2019 - Febrero 2020

**TEMA DE INVESTIGACIÓN:**

El sistema de recogida de desechos y residuos sólidos de la ciudad de Tulcán y la gestión logística

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

**PRESIDENTE:** MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier  
**LECTOR:** MSC. Heredia Campaña Argenis Lissander  
**ASESOR:** MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** 3      **AULA:** 106

**FECHA:** martes, 3 de septiembre de 2019

**HORA:** 09H00

Obteniendo las siguientes notas:

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 1) Sustentación de la predefensa: | 6,40        |
| 2) Trabajo escrito                | 2,90        |
| <b>Nota final de PRE DEFENSA</b>  | <b>9,30</b> |

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el      martes, 3 de septiembre de 2019

  
MSC. Montalvo Márquez Francisco Javier  
**PRESIDENTE**

  
MSC. Pozo Burgos Eduardo Javier  
**TUTOR**

  
MSC. Heredia Campaña Argenis Lissander  
**LECTOR**

Adj.: Observaciones y recomendaciones