



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**TEMA:
PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS
SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

AUTOR: ERICK ALEXANDER MORALES VERA

TUTOR: ING.VINICIO MACAS ESPINOSA, MSc.

GUAYAQUIL, ABRIL 2019



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 21 de Febrero de 2019

ANEXO 4

Ingeniero

Vinicio Macas Espinosa, MSc.

DIRECTOR (E)

INGENIERÍA AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA** del estudiante **MORALES VERA ERICK ALEXANDER**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

VINICIO XAVIER MACAS ESPINOSA

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.I. 0704536838



RECIBIDO

HORA 14:55 **22 FEB 2019**

Herlinda Flores Freire



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 5

RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo: PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
Autor(s): MORALES VERA ERICK ALEXANDER

ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.
ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA	4.5	4.5
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
RIGOR CIENTÍFICO	4.5	4.5
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	0,9
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.7	0.7
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1
Pertinencia de la investigación	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.5	0.5
CALIFICACIÓN TOTAL *	10	9.9
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.		


Vinicio Xavier Macas Espinosa
Tutor de trabajo de titulación
No. C.I. 0704536838

RECIBIDO

HOR/ 14:55 22 FEB 2017

fecha: 22 de Febrero de 2019

Herlinda Flores Freire





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN

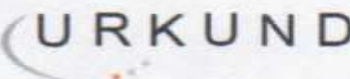


ANEXO 6

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado VINICIO XAVIER MACAS ESPINOSA, tutor del trabajo de titulación, certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por MORALES VERA ERICK ALEXANDER, C.C.: 0953132669, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniero Ambiental.

Se informa que el trabajo de titulación: **PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 2 % de coincidencia.



Urkund Analysis Result

Analysed Document:	ERICK_MORALES_URKUND.docx (D48194273)
Submitted:	2/22/2019 5:14:00 AM
Submitted By:	vinicio.macase@ug.edu.ec
Significance:	2 %

<https://secure.arkund.com/view/47066550-309963-317980>


VINICIO XAVIER MACAS ESPINOSA
Tutor del trabajo de titulación
C.I. 0704536838



RECIBIDO

22 FEB 2019


Herlinda Flores Freire



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 7

Guayaquil, viernes 15 de marzo de 2019

Señor Ingeniero

Vinicio Macas Espinosa, MSc.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**, del estudiante **Morales Vera Erick Alexander**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 20 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 10 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante **Morales Vera Erick Alexander** está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.



Atentamente,

Ing. Alfredo José Cañas Suárez, MSc.

C.I. 0922372701

RECIBIDO

HORA 14:37 10 MAR 2019

Herlinda Flores Freire



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 8

RÚBRICA DE EVALUACIÓN MEMORIA ESCRITA TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo: **PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Autor(s): **Morales Vera Erick Alexander**

ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.	COMENTARIOS
ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA	3	2.9	
Formato de presentación acorde a lo solicitado	0.6	0.6	
Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras	0.6	0.6	
Redacción y ortografía	0.6	0.5	
Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación	0.6	0.6	
Adecuada presentación de tablas y figuras	0.6	0.6	
RIGOR CIENTÍFICO	6	5.9	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	0.5	0.5	
La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece	0.6	0.6	
El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar	0.7	0.7	
Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general	0.7	0.7	
Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación	0.7	0.6	
Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la investigación	0.7	0.7	
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos	0.4	0.4	
Factibilidad de la propuesta	0.4	0.4	
Las conclusiones expresa el cumplimiento de los objetivos específicos	0.4	0.4	
Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas	0.4	0.4	
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.5	0.5	
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1	
Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta	0.4	0.4	
La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.3	0.3	
Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera/Escuela	0.3	0.3	
CALIFICACIÓN TOTAL*	10	9.8	

* El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.

Ing. Alfredo José Cañas Suárez, MSc.
C.I. 0922372701



fecha: Viernes 15 de marzo de 2019

RECIBIDO

HORA 15 MAR 2019

Herlinda Flores Freire



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 10



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE
GRADUACIÓN**

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MORALES VERA ERICK ALEXANDER		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. ALFREDO JOSE CAÑAS SUÁREZ MSc. Ing. MACAS ESPINOZA VINICIO MSc.		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES		
TERCER NIVEL:	INGENIERÍA AMBIENTAL		
GRADO OBTENIDO:	INGENIERO AMBIENTAL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	11 DE ABRIL DEL 2019	No. DE PÁGINAS:	85
ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIAS AMBIENTALES		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Naranjal, desechos sólidos, Sistema de información geográfica, Ruta.		
RESUMEN/ABSTRACT:	El estudio que se llevó a cabo en el cantón Naranjal sector urbano se lo realizo con Sistema de información Geográfica esta herramienta une tres componentes esenciales como la intervención humana para levantar información como el sistema analítico del mismo que se realiza a través de varios proceso, el mismo que realizo el análisis de la información actual, como el sistema optimo y el sistema más aplicable a la realidad, estos tres escenario se los realizo con la intensión de optimizar las rutas. Las rutas optimizadas reducen los gastos operativo de la misma, como de gases de efecto invernadero y a su vez cumple con la recolección en la zona urbana del cantón Naranjal, implementando planes de manejo de desechos en la unidades educativas, mercados municipales, y privados, se deberá algunos puntos de transferencia en el cantón debido a su difícil accesibilidad obteniendo una recolección más eficiente.		
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 593 0987306852	E-mail: Erickmv1994@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Blga. Miriam Salvador Brito Msc. Teléfono: 3080777 - 3080758 E-mail: info@fccnnugye.com miriam.salvadorb@ug.edu.ec		



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA **INGENIERIA AMBIENTAL**
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 11

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado **Ing. ALFREDO JOSÉ CAÑAS SUÁREZ MSc.**, tutor revisor del trabajo de titulación **PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**, certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **ERICK ALEXANDER MORALES VERA**, con C.I. No. **0953132669**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera Ambiental, en la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Naturales, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Guayaquil, viernes 15 de marzo de 2019


Ing. Alfredo José Cañas Suarez MSc.
C.I. No. 0922372701





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 12

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

Yo, **ERICK ALEXANDER MORALES VERA** con C.I. No. 0953132669, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**, son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente

ERICK ALEXANDER MORALES VERA
C.I. No. 0953132669

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA **INGENIERIA AMBIENTAL**



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 13

PROPUESTA PARA MEJORAR LA RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS URBANOS DEL CANTÓN NARANJAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Autor: Erick Alexander Morales Vera

Tutor: Ing. Vinicio Macas Espinoza. MCs

Resumen

El estudio que se llevó a cabo en el cantón Naranjal sector urbano se lo realizo con Sistema de información Geográfica esta herramienta une tres componentes esenciales como la intervención humana para levantar información como el sistema analítico del mismo que se realiza a través de varios proceso, el mismo que realizo el análisis de la información actual, como el sistema optimo y el sistema más aplicable a la realidad, estos tres escenario se los realizo con la intensión de optimizar las rutas. Las rutas optimizadas reducen los gastos operativo de la misma, como de gases de efecto invernadero y a su vez cumple con la recolección en la zona urbana del cantón Naranjal, implementando planes de manejo de desechos en la unidades educativas, mercados municipales, y privados, se deberá algunos puntos de transferencia en el cantón debido a su difícil accesibilidad obteniendo una recolección más eficiente.

Palabras Claves: Naranjal, desechos sólidos, Sistema de información geográfica, Ruta



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES CARRERA
INGENIERIA AMBIENTAL



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 14

PROPOSAL TO IMPROVE THE COLLECTION OF SOLID URBAN WASTE FROM THE NARANJAL CANTON THROUGH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

***Autor:** Erick Alexander
Morales Vera*

***Tutor:** Ing. Vinicio Macas Espinoza.
MCs*

Abstract

The study that was carried out in the Naranjal canton urban sector was carried out with Geographic Information System this tool unites three essential components such as human intervention to raise information as the analytical system of it that is carried out through several processes, the same that I perform the analysis of the current information, As the optimal system and the most applicable system to reality, these three scenarios were made with the intention of optimizing the routes. Optimized routes reduce operating expenses of the same as of greenhouse gases and in turn complies with the collection in the urban area of the Naranjal canton, implementing waste management plans in the educational units, municipal and private markets, some points of transfer will be due in the canton due to its difficult accessibility obtaining a more efficient collection.

Keywords: Naranjal, solid waste, Geographic information system, Route

Dedicatoria

A mi padre espiritual Dios creador de todo lo existente en el universo y a mis dos ángeles terrenales Magali y Alberto he aquí el fruto de sus esfuerzo.

Agradecimiento

La vida da lecciones que hacen comprender que los seres humanos estamos ligados a la palabra ayuda y nos direcciona al agradecimiento, le agradezco a Dios por darme la salud y la capacidad para salir adelante, a mis amados padres Alberto Morales y Magali Vera los dos juntos han sido una admiración terrenal profunda que llevo plasmado en mi alma, su ejemplo y forma de vivir la vida me formaron totalmente como persona dándome otro punto de vista en este mundo, cumplieron con el requisito indispensable que la mejor herencia que le pueden dejar los padres a los hijos es el estudio.

Boris Morales y Daniel Morales mis hermanos quien han sido ejemplo para mí y estuvieron siempre con su ayuda moral y económica para realizar mis estudio a mi amada y futura compañera de vida Joselyn Merchan por la paciencia comprensión en los momentos complicado que presenta la vida estudiantil.

Ing. Vinicio Macas por su apoyo incondicional para poder realizar el proyecto de titulación, Con el alcalde del cantón Naranjal Ing. Marcos Chicas por brindar los permisos respectivo para realizar el análisis de las rutas actuales, a los que forman parte del grupo de obreros que se dedican a dar el servicio de recolección por su disposición total para dar información y brindar su ayuda en el presente estudio, Paul Gálvez mi gran amigo por prestarme insumos físicos para realizar el presente estudio, Erick Reyes y Luis Franco por su apoyo en parte de la carrera.

Mis compañeros de aula Y futuros colegas que formaron parte de este proceso estudiantil , Carlos Gordillo, Henry Carreño, Arianna Canga, Sharon Medrano , Estefanía Viñan, Alba Hidalgo, Alan Arcentales, Cristian Lajones, Ariana Plúas, Carolina cruz.

Mi más sincero agradecimiento.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Justificación	5
1.4. Delimitación del área	7
CAPÍTULO II	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. Marco Teórico	11
2.2.1. Importancia del sistema de recolección de desechos sólidos urbanos	13
2.2.2. Características de Modelos Usados	16
2.2.3. Aplicación de sistema de información geográfica para el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos	17
2.2.4. Network Analyst	17
2.2.5. Problema de Ruteo de Vehículo (VRP)	18
2.3. Marco Legal	19
2.3.1. Constitución de la Republica 2008	19
2.3.2. Código Orgánico Integral Penal	27
2.3.3. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía y Descentralización	28
2.3.4. Código Orgánico Del Ambiente	20
2.3.5. Título V gestión integral de residuos y desechos	20
2.3.5.1. Capítulo I disposiciones generales	20
2.3.5.2. CAPITULO II GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS	28
2.3.6. Ley Orgánica de Salud	29
2.3.7. Acuerdo Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios	30
2.3.8. Ordenanza para la gestión de los residuos sólidos en el cantón Naranjal	31
2.3.9. Capítulo III del servicio ordinario y de los servicios especiales de aseo	31
2.3.10. Capítulo IV del barrido y recolección de los residuos sólidos comunes	32
2.3.11. Capítulo V de los escombros, tierra y chatarra	33
2.3.12. Capítulo VI de los desechos, industriales y peligrosos	34
2.3.13. Capítulo VIII del control, estímulo, contravenciones y sanciones	35
2.3.14. Contravenciones de primera clase y sus sanciones	36

2.3.15.	Contravenciones de tercera clase y sus sanciones	37
2.3.16.	Contravenciones de cuarta clase y sus sanciones	38
3.1.1.	Contravenciones de quinta clase y sus sanciones.....	38
CAPÍTULO III		39
3.1. Metodología		39
3.1.1.	Levantamiento de información	40
3.1.2.	Utilización de Oruxmaps	42
3.1.3.	Mapa del cantón.....	43
3.1.4.	Sentido de vías (oneway)	43
3.1.5.	Tiempo y velocidad.....	44
3.2. Creación del modelo de red		44
3.2.1.	Datos de demanda de recolección de desechos sólidos Población por manzanas.	44
3.2.2	Representación de la población en gis.....	45
3.3.	Propuesta de mejora sobre la recolección de desechos sólidos.	46
3.3.1	Primer escenario.....	46
3.3.2	Segundo escenario.....	47
3.3.3	Tercer escenario	47
3.3.4	Estimación de los gases de efectos invernaderos (GEI).....	48
CAPÍTULO IV		50
4.1. RESULTADOS		50
4.1.1.	Línea base del sistema actual de recolección de desechos sólidos	50
4.1.2.	Modelar la red de transporte para la recolección de desechos sólidos, mediante un sistema de información geográfica.	52
4.1.3.	Propuesta de mejora sobre la recolección de desechos sólidos	54
BIBLIOGRAFÍA		72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación del área Urbana del cantón Naranjal. Tomado de (Gobierno de Naranjal , 2018).....	7
Figura 2: Metodología de la investigación (Elaborado por el autor)	39
Figura 3. Levantamiento de rutas actuales en oruxmaps (Elaboración propia)	42
Figura 4: Levantamientos de rutas actuales en oruxmaps (Elaboración propia).	42
Figura 5: Nombres, tipos y sentido de vías (Elaborado por el autor)	43
Figura 6: Población (Elaborado por el autor).....	45
Figura 7: Personas por manzana (Elaborada por el autor).	45
Figura 8: Rutas levantadas en el escenario actual (Elaborado por el autor).	51
Figura 9: Mapa de vías zona urbana del cantón Naranjal y puntos de recolección(Elaborado por el autor).	52
Figura 10: Sectores con mayor y menor población por manzana. (Elaborado por el autor)	53
Figura 11: lunes ruta 1 (Elaborado por el autor).	56
Figura 12: martes ruta 2(elaborador por el autor).	56
Figura 13: miércoles ruta 3 (elaborador por el autor).	57
Figura 14: miércoles ruta 3.1 (elaborador por el autor)	57
Figura 15: jueves ruta 4 (elaborador por el autor)	58
Figura 16: jueves ruta 4.1 (Elaborado por el autor).....	58
Figura 17: Simulación ideal para la recolección de desechos sólidos (Elaborado por el autor)	60
Figura 18: Escenario de recolección para la zona urbana del cantón Naranjal(elaborador por el autor)	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Característica de modelos usados.	16
Tabla 2: Levantamiento de la información	40
Tabla 3: Levantamiento de rutas de recolección	41
Tabla 4: Modelo y capacidad del recolector	41
Tabla 5: Factor de emisión.....	49
Tabla 6: Días actuales de recolección.....	50
Tabla 7: Cálculo de gases de efecto invernadero de las rutas actuales.....	50
Tabla 8 : Rutas actuales y rutas simuladas	54
Tabla 9: Comparación de emisión de gases de efecto invernadero entre la ruta actual y ruta simulada.....	55
Tabla 10: Simulación de rutas ideales para la recolección de desechos	59
Tabla 11: Calculo total de gases de efecto invernadero recolección ideal.....	60
Tabla 12: Propuesta para la recolección de desechos sólidos del cantón Naranjal	61
Tabla 13: Emisión de gases de efecto invernadero por total de kilómetros recorridos	61
Tabla 14: Horarios y días de recolección	64
Tabla 15: Diferencia en horarios de recolección del estudio realizado en Cuenca y Naranjal.....	67
Tabla 16: Diferencia entre población y área de estudio	69

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se habla de los desechos sólidos tanto los reciclables como los orgánicos, la población va en aumento y el desordenado crecimiento de las ciudades ha convertido la recolección de estos desechos en un desafío en el siglo XXI (Reyes, Pellegrini, & Reyes, 2015).

En Latinoamérica y el Caribe el crecimiento de los residuos sólidos urbanos según la (ONU, 2017) alcanza un volumen de 540000 toneladas diarias, así en la región se espera un aumento drástico para el 2050 de 67100 toneladas diarias.

En el Ecuador se implementó el plan de manejo de desechos sólidos (PNGIDS), el cual tiene como objetivo que el 70% de la población tenga relleno sanitario para darle la disposición final a sus desechos, esto fue implementado en el 2014 (Ministerio del Ambiente, S.f). La falta de estudio no llevó a una implementación de las rutas de recolección donde es el principal problema de los desechos sólidos urbanos.

El manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos es una tarea compleja y a su vez multidisciplinario donde juegan un papel importante diferentes actores como lo social, económico, tecnología ambiental y los gobiernos locales provinciales o nacionales (Betanzo, Torres, Romero, & Obregón, 2016).

Así un correcto manejo de desechos sólidos, es el primer paso a tener para optimizar la recolección de desechos sólidos, optimizando las rutas como recursos humanos y físicos esto se puede lograr a través de las tecnologías ya disponibles como con los sistemas de información geográfica.

Los sistemas de información geográfica son una herramienta que a través de análisis espacial, ayuda a la toma de decisiones, como por ejemplo, en el diseño de rutas para la recolección de desechos sólidos, permitiendo simular escenarios estableciendo la cantidad de desechos que genera una unidad territorial, así mismo identificar puntos de transferencia, que depende de las características del área de estudio, así como del número de habitantes (Arévalo & Martínez, 2009).

Naranjal es el segundo cantón más grande de la provincia del Guayas, un crecimiento poblacional y un mal diseño de su ordenamiento territorial y la falta de

conciencia ambiental han complicado su actual manejo de recolección de desechos sólidos incumpliendo hora y días de recolección, donde los habitantes del cantón presentan quejas diariamente por el pésimo servicio de recolección.

Esta problemática permite elaborar una propuesta de mejora para la recolección de los desechos sólidos urbanos del cantón Naranjal con la utilización de tecnologías ambientales como sistema de información geográfica.

CAPITULO I

1.1. Planteamiento del problema

El Cantón Naranjal se enfrenta a la ineficiencia de la recolección de los residuos sólidos urbanos debido al mal manejo de los recursos que dispone el cantón para este proceso, ya que se dispone de 5 recolectores y una volqueta, pero a pesar de esto la acumulación de RSU y malos olores persisten las zonas urbanas y urbano marginales de la ciudad de Naranjal.

Los 5 recolectores no siempre están en perfectas condiciones para cumplir con su trabajo esto se da por la falta de mantenimiento.

Los malos olores persisten por falta de recolección en ciertas áreas del canto ya sea esto porque están en mal estado las vías o falta de vehículos para su recolección.

La falta de educación ambiental en el cantón es evidente no se ha llevado una socialización adecuada y persistente en el cantón.

Las tradiciones adoptadas estas generan gran cantidad de desecho, las rutas que siguen los recolectores no tienen estudio previo ni día y horas fijas de recolección, aumentando así las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera.

El crecimiento poblacional está afectando directamente a la recolección de los desechos calles en pésimos estados ocasionan deterioro en el equipo camionero de recolección.

La recolección de residuos en las dependencias como centro de salud, empresas privadas, camal municipal, afectan a la recolección de RSU ya que actualmente se está encargando el GAD MUNICIPAL.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Elaborar una propuesta de mejora para la recolección de desechos sólidos urbanos del cantón Naranjal mediante sistema de información geográfica.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un análisis del sistema actual de recolección de desechos sólidos.
- Implementar un modelo de red de transporte de recolección de desechos sólidos urbanos para la ciudad de Naranjal.
- Realizar una propuesta de mejora para la recolección de desechos sólidos urbanos.

1.3. Justificación

La presente investigación se justifica de manera en que propone una solución eficiente al problema de recolección de desechos sólidos urbanos que vive el cantón Naranjal, mediante un sistema que resulta óptimo para el lugar y las circunstancias. La descomposición anaeróbica de los microorganismos provoca la degradación de la mayoría de los residuos sólidos. Esto resulta en la emisión de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y otros gases. Junto con los gases, se emiten muchos contaminantes tóxicos y volátiles del aire, como los compuestos de hidrocarburos clorados, como el cloruro de vinilo y el tetracloroetileno de los vertederos de residuos sólidos (Scharff & Gronert, 2015).

El Cantón Naranjal genera sus ingresos debido al turismo y si los servicios básicos como alumbrado público y recolección de basura no se encuentran en buenas condiciones generan contaminación visual que afectaría al turistas que llegan a disfrutar de los encantos que tiene el cantón (Aldaz & Jefferson, 2018).

Además durante el vertido de desechos sólidos, la presión continúa como resultado de la prueba de un líquido contaminado como lixiviado, que se emana de un sitio de la disposición de la tierra que contiene contaminantes disueltos, suspendidos y microbianos de desechos sólidos.

Por lo indicado en líneas anteriores, para los gobiernos locales y las agencias urbanas los desechos sólidos se vuelve un problema importante que ha alcanzado proporciones, necesitando implementar medidas drásticas (Kiss & Encarnación, 2006).

Se pueden observar tres tendencias clave con respecto a los residuos sólidos: el aumento en el volumen de la corte de los residuos generados por los residentes urbanos; el cambio en la calidad de la composición de los residuos generados; y el método de eliminación de desechos recolectados, ya sea por relleno, incineración, entre otros (Sáez & Urdaneta, 2014).

En el caso del cantón Naranjal, la gestión de los desechos evidencia que el 50% de los estos no se recolecta y permanece en las zonas con bajos ingresos económicos, teniendo en cuenta que los residuos recolectados se eliminan de la manera no

controlada, lo que a menudo genera efectos adversos en los recursos hídricos, el humo y el polvo para la población cercana y la degradación de la suelo.

Es fundamental adoptar un enfoque amplio en el desarrollo de un marco de trabajo para la gestión de residuos sólidos. Esto cubre las dimensiones sociales, económicas, tecnológicas, políticas y administrativas. Por ejemplo, la dimensión social implica la minimización de residuos; la dimensión económica implica el reciclaje de residuos; la dimensión tecnológica implica la eliminación de residuos; y las dimensiones políticas y administrativas abarcan los temas de minimización, reciclaje y eliminación (Guzmán & Macías, 2012).

Así mismo el mal diseño de las rutas y asignación de horas para la recolección de desechos sólidos puede causar accidentes ya sea este por no tener una buena asignación de rutas o falta de señalización de tránsito.

Estos factores han inspirado a la realización de esta investigación que permite plantear una solución, que involucre a la comunidad y al sector privado; mediante la implementación de tecnologías innovadoras y métodos de eliminación e implicando cambios de comportamiento y concienciación creciente.

1.4. Delimitación del área

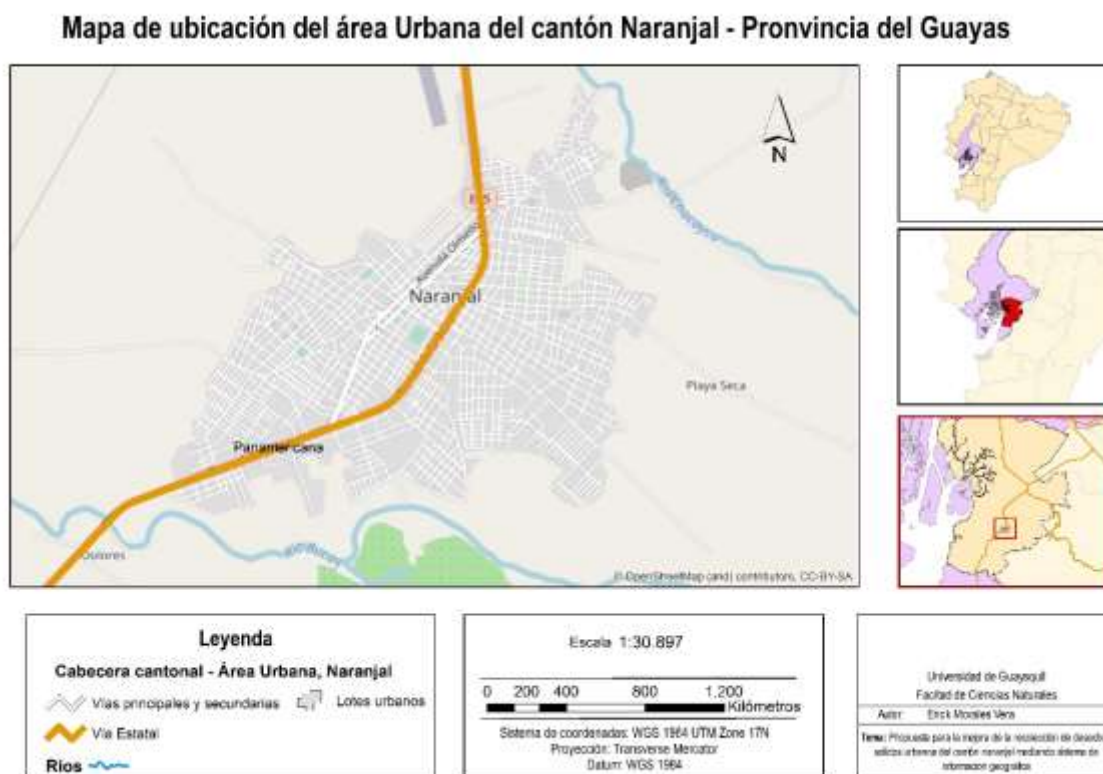


Figura 1: Mapa de Ubicación del área Urbana del cantón Naranjal. Tomado de (Gobierno de Naranjal , 2018).

Naranjal es parte de los veintiocho cantones de la Provincia del Guayas, cuya cabecera cantonal tiene el mismo nombre y se encuentra ubicada en la margen izquierda del río Naranjal, aproximadamente a 90 Km de la ciudad de Guayaquil, sobre la carretera Panamericana Internacional, la cual es una vía de primer orden (Alcaldía de Naranjal, 2019).

Existe la carretera Naranjal – Molleturo – Cuenca, que empalma en la Ciudadela Las Mercedes, de la Parroquia Jesús María (carretera Panamericana Internacional), logrando contactar con el austro en menos de tres horas en tiempos difíciles, y en buen estado de la vía hay dos horas de recorrido. Desde el empalme hasta la ciudad de Guayaquil existe una hora de recorrido. Con mayor exactitud, Naranjal se ubica entre los paralelos 2 y 3 de latitud sur y entre los meridianos 79 y 80 de longitud oeste. Su terreno presenta características topográficas planas propias de la zona costera (Alcaldía de Naranjal, 2019).

Límites del cantón

Norte: Cantones Yaguachi y Durán, tomando como limite el río Taura.

Sur: Provincia de El Oro, siendo lindero el río Siete

Este: Provincias de Cañar y Azuay.

Oeste: El Canal de Jambelí.

Superficie y población

Superficie: 201.000 hectáreas (Alcaldia de Naranjal, 2019).

Población: 70.000 Habitantes (Alcaldia de Naranjal, 2019).

CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes

La generación de residuos sólidos es un problema ambiental global, esto no sólo debido a las crecientes cantidades generadas, sino también en gran parte debido al sistema de gestión inadecuado. En general, hay una falta de organización y planificación en gestión de residuos debido a información insuficiente sobre regulaciones y debido a restricciones financieras en muchos países en desarrollo (Universidad Nacional Del Mar del Plata, 2016).

San Antonio de Texas se está convirtiendo una de las regiones de más rápido crecimiento en América del Norte debido al impacto económico del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA). El análisis presenta varias tendencias de generación de residuos sólidos asociadas con cinco modelos diferentes de generación de residuos sólidos utilizando una herramienta de simulación de dinámica de sistemas. Los resultados de la investigación indican claramente que tal nuevo enfoque de pronóstico puede que cubra una variedad de posibles modelos causales y haga un seguimiento de las incertidumbres inevitables cuando los métodos de regresión estadísticos mínimos de mínimos cuadrados no pueden manejar dichos problemas (Edjabou, 2015).

La gestión de residuos sólidos municipales abarca una variedad de complejos problemas interrelacionados que dependen particularmente del tipo de desecho en cuestión y también sobre la estrategia política en el trabajo en un contexto dado (Ana, S.f). Así en una unidad territorial existen diferentes canales de eliminación o reciclaje para uso doméstico, industrial y basura de hospitales.

El problema de la colección es especialmente crucial para ciudades en países en desarrollo como Quito (Ecuador), donde la planificación de las rutas de recolección depende tanto de las condiciones humanas como de los recursos tales como: instalaciones de construcción, lugares de descarga, centros de transferencia, tamaño y composición de los vehículos de recolección de basura, tipo de contenedores de residuos y frecuencia de recolección (Rutkowski & Rutkowski, 2015).

El desafío de mejorar la recolección de desechos sólidos en los barrios marginales de América Latina está ilustrado por el caso del cantón de Naranjal, Ecuador, una ciudad con una población de aproximadamente 53.800 habitantes. Durante muchos años, donde los servicios de residuos sólidos han sido prestados exclusivamente por un sindicato del Departamento Municipal (Greco, 2015).

Como ha sido el caso en el resto de Ecuador y en toda América Latina, una sólida gestión de residuos en Naranjal ha sido responsabilidad exclusiva de un departamento del municipio desde hace muchos años. Además de recoger y disponer de la basura, que el departamento administra mataderos, cementerios, parques y otras áreas públicas (Edjabou, 2015).

La capacidad del relleno sanitario no es tan escasa en Naranjal como podría ser debido a una gran cantidad de los residuos sólidos nunca se recogen en primer lugar. En el centro de la ciudad y algunos barrios residenciales, la basura se recoge en la acera cada dos días más o menos y no de acuerdo a un horario fijo. Prácticamente no se presta servicio a los ocupantes ilegales en asentamientos dispersos a lo largo y sobre canales y pantanos donde aproximadamente 100 000 personas viven.

Los residentes de los barrios marginales desechan su basura lo más distante posible, generalmente en lotes vacíos y pantanos. De vez en cuando, las pilas de residuos se queman. Además, la acumulación de la basura interfiere con el drenaje adecuado, lo que a su vez crea las piscinas estancadas de agua donde se crían mosquitos y otros insectos portadores de enfermedades.

2.2. Marco Teórico

Según Racero & Pérez (2006) identifica un residuo sólido como una materia que no alcanza valor económico mayor o igual con el que ha sido producido.

La basura depende de la cantidad de habitantes que hay en cada sector (Solíz Torres, 2015).

El problema de los residuos sólidos y la sociedad es que están ligados al diario vivir, por lo cual no se debe dejar de lado por lo cual se debe ir transformando no solo en la generación de esto también en una forma sistemática de manejar el procesos que estos implican desde su recolección hasta su disposición final (Pego, s.f.).

El manejo de los residuos sólidos es sembrar cultura ambiental en los habitantes con la ayuda de los municipios gobierno pudiendo llevar a un sistema eficiente (Higueras, 2010).

La recolección de los desechos es con el pasar de las décadas el crecimiento de una población como del consumismo ha vuelto que la prestación del servicio público tenga serios problemas para cumplir con estos. La recolección transporte y disposición final presentan costos muy elevados (Racero & Pérez, 2006).

Las problemas que presentan los lugares con mayor población y vías de acceso difíciles son los botaderos de basura clandestinos esto se debe a que la recolección prestada es insuficiente (Racero & Pérez, 2006).

La capacidad de los camiones como la distancia por recorrer el lugar establecido donde se debe dar la disposición final de los desechos y el mal ordenamiento territorial, esto lleva a un mal diseño de rutas de recolección (Racero & Pérez, 2006).

El mal comportamiento ambiental de las personas depositando los desechos en lugares no adecuado lleva que los camiones pierdan tiempo en la recolección y cambiando los recorridos sumando gasto a la misma (SECRETARIA GENERAL DE GOBIERNO , 2005).

Según Racero & Pérez (2006) define al diseño de rutas como el transporte de residuos desde el punto de generación al vehiculó recolector y luego depositado en un relleno sanitario.

La tecnología en residuos sólidos presenta problemas por la salida de divisas para la mayoría de Latinoamérica, por lo cual es importante un buen uso de estos equipos importados siendo el diseño de rutas de recolección uno de los requisitos para alcanzar esta meta el uso del combustible alerta a la mejora de las rutas ya establecidas (Kunitoshi, 1980).

La utilización de tecnología económica sirve de una manera importante para los desechos sólidos reduciendo costos en poblaciones donde los costos son muy elevados esto conlleva a la preservación del ambiente (Betanzo, Torres , Romero, & Obregón, 2016)

La utilización de Sistema de Información Geográfica da respuestas para la optimización de rutas de recolección de desechos sólidos ya que el problema principal es el mal diseño de estas rutas o de las proyecciones futuras (Araiza & Zambrano, 2015).

El propósito de una ruta es la división del sector de tal manera que el equipo recolector pueda cumplir con la orden dada ni poca ni mucha carga, diseñar la ruta con la facilidad que cada equipo tenga una recolección en menor tiempo y menor recorrido (Kunitoshi, 1980).

Para un diseño de recolección de desechos sólidos se debe tener en cuenta la extensión del área, la cantidad de habitantes y el total de desechos que produce cada persona para así pasarlo al total del área según los habitantes que existen en dicho lugar así mismo con que material físico como camiones recolectores y humano que se dedicara a la recolección.

Las rutas de recolección debe contar con las siguientes requisitos, evitar repeticiones y vueltas por los mismo sectores ya recogidos, respetar las señales de tránsito, evitar las vueltas a la izquierda como en u para reducir el tráfico esto depende también del ordenamiento territorial del área, las rutas con mayor tráfico deben ser relectas en horas no pico de las misma, debe empezarse la ruta desde el punto de partida de los camiones como valla pasando el día terminar lo más cerca posible al punto de dispersión final, las parte con elevaciones se debe recolectar al inicio del recorrido, se recomienda realizar rutas en vías de largas que realizar giros a la derecha ,cuando son de cuatro carriles se debe girar en sentido de las manecillas del reloj (Kunitoshi, 1980).

Lo más importante para la implementación de rutas es capacitar a los choferes como recolectores de desechos (Kunitoshi, 1980) .

Dentro del ámbito de necesidades sociales se encuentran la pobreza, vivienda, servicios básicos, educación, salud, seguridad social y grupos de atención prioritaria. Para el desarrollo de este trabajo se analizará la situación de los servicios básicos que las empresas municipales entregan a los habitantes que viven en el Cantón Naranjal y precisar si la comunidad universitaria realizara una intervención para mejorar la calidad de los servicios básicos que se encuentran en el Cantón Naranjal de Ecuador (Grau, 2015).

2.2.1. Importancia del sistema de recolección de desechos sólidos urbanos

La sociedad en la actualidad y su modo de consumo imparable, ha conllevado a que las generaciones de desechos sean la base de contaminación alrededor del mundo. Existen las 3R, las cuales son: reducir, reciclar y reutilizar, este es un excelente método para que de esta manera se elimine el mismo problema de siempre y que exista un sistema de recolección de desechos sólidos y tóxicos (Meng, 2018).

Los desechos sólidos son la parte de lo que no será reciclada, debido a que carece valor económico, estos desechos están ligados con la palabra ruta de recolección el diccionario define como rutas establecidas para una recolección. Conforme a esto, es mencionado que la recolección de desechos sólidos urbanos, dejaron de ser una de las necesidades pasó a ser la parte primordial por la alta generación de desechos y el constante crecimiento descomunal de poblaciones (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1982).

Sin embargo, en referencia a las rutas de diseño, las principales herramientas que conllevan a un diseño óptico de las rutas y sus respectivas frecuencias en los años 70's. Se basaron específicamente en las ideas intuitivas sin ninguna formulación de su modelo y la función objetiva. Ciertos casos sin exploración alguna de las soluciones en el espacio. Después de la década de los 80's, se lograron crear ciertas funciones objetivas que según se incorporaron nuevas reglas y parámetros como cubrir la demanda del factor de carga (Zhou, 2015).

Consta que en los años 90's aparecieron enfoques, tales como la utilización y la exploración del espacio conforme a soluciones. En la habilidad de poder integrar módulos que ya existen y también al incorporar interfaces gráficas, incentivan al desarrollo de mejores y nuevos métodos los cuales se logran diferenciar por:

- Adaptabilidad: respecto de los datos disponibles, principalmente aquellos relativos a la topología de la red de tránsito y a la demanda de viajes (matrices origen-destino);
- Interactividad: con el usuario, de modo de permitir la incorporación de conocimiento humano (técnico humano) en el proceso de toma de decisiones;
- Eficiencia: calidad en los resultados y tiempos de procesamiento razonables;
- Flexibilidad: en cuanto al horizonte de planificación, los primeros métodos refirieron a planificaciones de corto y mediano plazo.

El componente principal se caracteriza a cada uno de los modelos que, en su formulación, conservan la presentación de los modelos, en general buscan aumentar el nivel de dicho servicio, restando el uso de los recursos que según determinan dichas restricciones.

Conforme a lo relacionado con los métodos heurísticos, según su teoría, dichos métodos son aproximados y se basan en el sentido común generalmente del que proyecta y en algunas reglas de la experiencia. Se requiere un esfuerzo mínimo, de recursos económicos y los materiales. Además, consideran los expertos que estos métodos son adaptables a un amplio rango de problemas.

Las principales ventajas que suelen presentar los métodos heurísticos, son más eficientes y mejoran los resultados que se han diseñados conforme a la experiencia del proyectista. Sin embargo, la principal desventaja que tienen es que no son los más recomendables en su área, ya que se encuentra difícil establecer rutas óptimas con dichos métodos (Gottinger H. W., 2018). Estos métodos heurísticos se han aplicado en base a poblaciones menores de 100.000 habitantes, en lo que se refiere a sus reglas básicas para el diseño de rutas óptimas, estas tienen facilidad de emplear ya que comúnmente son aplicadas. En los últimos años se ha tomado la

importancia de poder emplear el desarrollo de algoritmos que se han basado en procesos denominados Meta heurísticos.

Los métodos meta heurísticos son aproximados que se diseñan para resolver los problemas difíciles de optimización, en los cuales los heurísticos clásicos son del todo efectivos. Las metas heurísticas por lo general proporcionan un marco que crea nuevos algoritmos híbridos combinados (Véle & Montoya, 2007).

Tienen aspectos que hacen de ellos ser un excelente método que resuelve una gran cantidad de problemas complejos en la industria, son fáciles de implementar y se han aprobado efectivamente en resolver problemas difíciles. Estas ventajas han sido relacionadas con los cuatro atributos que resaltan en este método: precisión, velocidad, simplicidad y flexibilidad (Suthar, 2015).

A diferencia de otros algoritmos, este se caracteriza por usar una estrategia que se basa en el uso de memorias con estructuras optimizar locales en los cuales se puede caer al cambiar de solución a otra. Los algoritmos VRP en los últimos años se han vuelto importantes en el desarrollo de algoritmos basados en el desarrollo de algoritmos basados en métodos meta heurísticos.

2.2.2. Características de Modelos Usados.

Tabla 1: Característica de modelos usados.

METODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
HEURISTICOS	Recomendados para el diseño de micro-rutas.	Difícil de obtener rutas óptimas.
METAHEURISTICOS	Resolver problemas de gran complejidad. Proporcional marco general	Aproximados y complejos
LITTEL	Identifica cuatro criterios: robustez, facilidad de control y simplicidad.	Se necesitan de otras ecuaciones para resultados explícitos.
VRP	Facilita la toma de decisiones, impacto relevante en los costos.	Define rutas de transportes entre múltiples orígenes.
WESTINGHOUSE	Análisis a detalle de tiempos, movimiento y examen de desempeño.	Susceptible a prejuicios

Fuente: Autor.

Tanto la planificación como el diseño de los sistemas de gestión de residuos sólidos municipales requieren una predicción precisa de la generación de residuos sólidos. Sin embargo, alcanzar la precisión de predicción anticipada con respecto a las tendencias de generación que enfrentan muchas regiones de rápido crecimiento es bastante desafiante (Eiselt, 2015).

La falta de registros históricos completos de cantidad y calidad de residuos sólidos debido a un presupuesto insuficiente y no disponible. La capacidad de gestión ha dado lugar a una situación que hace que la planificación del sistema a largo plazo y / o los programas de expansión a corto plazo intangible.

Para manejar estos problemas de manera efectiva en base a muestras de datos limitadas, se utiliza un nuevo enfoque analítico capaz de abordar. Se deben desarrollar y aplicar situaciones socioeconómicas y ambientales para cumplir el análisis de predicción de la generación de residuos sólidos con una precisión razonable. Este estudio presenta un nuevo enfoque - modelado de dinámica de sistemas - para la predicción de sólidos en generación de residuos en un área urbana de rápido crecimiento basada en un conjunto de muestras limitadas. Abordar el impacto en el desarrollo sostenible (Gallardo A. C., 2015).

La predicción de la generación de residuos sólidos municipales juega un papel importante en una gestión de residuos sólidos. Sin embargo, lograr la precisión de predicción anticipada en cuanto a las tendencias de generación que enfrentan muchas regiones de rápido crecimiento es bastante desafiante. Además del crecimiento de la población y la migración, la economía subyacente desarrollo, tamaño del hogar, cambios de empleo, y el impacto del reciclaje de residuos influiría en la generación de residuos sólidos de forma interactiva (Programa Américas, 2018).

El desarrollo de un modelo confiable para predecir el impacto agregado la predicción de la generación de residuos sólidos municipales juega un papel importante en una gestión de residuos sólidos. Sin embargo, lograr la precisión de predicción anticipada en cuanto a las tendencias de generación que enfrentan muchas regiones de rápido crecimiento es bastante desafiante (Jaunich, 2016).

2.2.3. Aplicación de sistema de información geográfica para el diseño de rutas de recolección de desechos sólidos

Las herramientas que proporciona el sistema de información geográfica son muy variadas estos análisis en recolección de rutas pueden ser de forma vectorial de este modelo se desarrollan gran parte del sistema de información geográfica (Segundo Congreso Nacional de cartografía y tecnologías geomaticas, 2016).

2.2.4. Network Analyst

Es una herramienta que ayuda la creación de una red como establecer análisis para cada solución, provee herramientas que indican la conducción de un vehículo,

mejora la ejecución de operaciones más eficazmente y aumenta las probabilidades para tomar decisiones estratégicas (ESRI, 2016).

La recolección de desechos tiene una importancia en esta herramienta porque es la correcta para la optimización de rutas de recolección, una vez sabiendo a que sector o puntos de recolección recibirán el servicio. La disminución de gases de efecto invernadero se pueden reducir secuenciando los puntos de recolección o las zonificaciones de forma óptima y detectando las rutas más cortas entre zonas o puntos de recolección teniendo en cuenta diversas restricciones como de tiempo de recolección, capacidades de vehículos y velocidad del vehículo. El servicio de recolección se puede mejorar a través de ubicaciones de puntos de recolección más convenientes. Extensión ArcGIS Network Analyst facilita el entendimiento y facilita resolver problemas de este tipo (ArcGIS Pro, s.f.).

Los investigadores y analistas suelen aprovechar la capacidad de la extensión para determinar las rutas de red de menor coste entre varios orígenes y destinos. Las matrices de coste origen-destino que crea Extensión ArcGIS Network Analyst suelen convertirse en entrada de análisis más grandes. Por ejemplo, la predicción del comportamiento de viaje suele incluir las distancias que las personas tienen que viajar para llegar a determinadas atracciones. Estas distancias de red se aplican en expresiones matemáticas para ayudar a realizar pronósticos de viaje (ArcGIS Pro, s.f.).

2.2.5. Problema de Ruteo de Vehículo (VRP)

El problema de ruteo de vehículo es un análisis estadístico, en recolección de desechos sólidos los puntos de recolección o la zonificación son al azar esta variable sigue una secuencia recatada, el valor del costo del servicio se conoce cuando llega a los puntos de recolección (Alejandra , Andrés, & Henry , 2016) .

Es muy complejo el ruteo de vehículos su optimización es conjunta, las rutas de los vehículos es un problema constante se debe implementar una ruta optima median el número de vehículos y los punto de recolección donde darán el servicio, el objetivo es reducir el tiempo y el costo mientras se da el servicio (Andrés Jaque, 2008).

2.3. Marco Legal

El marco legal es el pilar sobre el cual la investigación podrá tener sus alcances a nivel de las decisiones políticas. Es decir, es una interacción de varias leyes, normas, acuerdos etc. que están relacionados entre sí. Así mismo el siguiente trabajo se basará en la parte ambiental legal más detalladamente en los desechos sólidos dado al tema del mismo

2.3.1. Constitución de la Republica 2008

La Constitución de la República del Ecuador según define a la constitución del Ecuador como el retrato existencial que demuestra que se puede interactuar entre la naturaleza y los seres humanos (Velázquez-Gutiérrez, 2014).

Art 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: ...Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón;... Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 415.-Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

2.3.2. Código Orgánico Del Ambiente

Establece las obligaciones de los GAD y los desechos sólidos:

Art. 27.- Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental. En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales el ejercicio de las siguientes facultades, en concordancia con las políticas y normas emitidas por los Gobiernos Autónomos Provinciales y la Autoridad Ambiental Nacional:

6. Elaborar planes, programas y proyectos para los sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos o desechos sólidos.

2.3.2.1 Título V gestión integral de residuos y desechos

Capítulo I disposiciones generales

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: (Código Orgánico de la función judicial, 2009).

1. El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente.

6. El fomento de la investigación, desarrollo y uso de las mejores tecnologías disponibles que minimicen los impactos al ambiente y la salud humana.

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 (Código Orgánico de la función judicial, 2009).

2.3.3. Acuerdo ministerial 061

Art. 59 Fases de manejo de desechos y/o residuos sólidos no peligroso.- El manejo de los residuos sólidos corresponde al conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos que incluye: minimización en la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Ministerio de Ambiente, 2015).

Art. 60 Del Generador.- Todo generador de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos debe (Ministerio de Ambiente, 2015):

- a) Tener la responsabilidad de su manejo hasta el momento en que son entregados al servicio de recolección y depositados en sitios autorizados que determine la autoridad competente.
- b) Tomar medidas con el fin de reducir, minimizar y/o eliminar su generación en la fuente, mediante la optimización de los procesos generadores de residuos.
- c) Realizar separación y clasificación en la fuente conforme lo establecido en las normas específicas.
- d) Almacenar temporalmente los residuos en condiciones técnicas establecidas en la normativa emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.
- e) Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios deben disponer de instalaciones adecuadas y técnicamente construidas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos, con fácil accesibilidad para realizar el traslado de los mismos.
- f) Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios, deberán llevar un registro mensual del tipo y cantidad o peso de los residuos generados.
- g) Los grandes generadores tales como industria, comercio y de servicios deberán entregar los residuos sólidos no peligrosos ya clasificados a gestores ambientales autorizados por la Autoridad Ambiental Nacional o de Aplicación

Responsable acreditada para su aprobación, para garantizar su aprovechamiento y /o correcta disposición final, según sea el caso.

h) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán realizar una declaración anual de la generación y manejo de residuos y/o desechos no peligrosos ante la Autoridad Ambiental Nacional o la Autoridad Ambiental de Aplicación responsable para su aprobación.

i) Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido.

Art. 61 De las prohibiciones.- No depositar sustancias líquidas, pastosas o viscosas, excretas, ni desechos peligrosos o de manejo especial, en los recipientes destinados para la recolección de residuos sólidos no peligrosos (Ministerio de Ambiente, 2015).

Art. 62 De la separación en la fuente.- El generador de residuos sólidos no peligrosos está en la obligación de realizar la separación en la fuente, clasificando los mismos en función del Plan Integral de Gestión de Residuos, conforme lo establecido en la normativa ambiental aplicable (Ministerio de Ambiente, 2015).

Del almacenamiento temporal Art. 63 Del almacenamiento temporal urbano.- Se establecen los parámetros para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos ya clasificados, sin perjuicio de otros que establezca la Autoridad Ambiental Nacional, de acuerdo a lo siguiente:

a) Los residuos sólidos no peligrosos se deberán disponer temporalmente en recipientes o contenedores cerrados (con tapa), identificados, clasificados, en orden y de ser posible con una funda plástica en su interior.

b) Los contenedores para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos deberán cumplir como mínimo con: estar cubiertos y adecuadamente ubicados, capacidad adecuado acorde con el volumen generado, contruidos con materiales resistentes y tener identificación de acurdo al tipo de residuo.

c) El almacenamiento temporal de los residuos no peligrosos se lo realizará bajo las condiciones establecidas en la norma técnica del INEN.

Art. 64 De las actividades comerciales y/o industriales.- Se establecen los parámetros para el almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos ya clasificados, sin perjuicio de otros que establezca la Autoridad Ambiental Nacional, siendo los siguientes (Ministerio de Ambiente, 2015):

a) Las instalaciones para almacenamiento de actividades comercial y/o industrial, deberán contar con acabados físicos que permitan su fácil limpieza e impidan la proliferación de vectores o el ingreso de animales domésticos (paredes, pisos y techo de materiales no porosos e impermeables).

b) Deberán ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los residuos no peligrosos.

c) Deberán estar separados de áreas de producción, servicios, oficinas y almacenamiento de materias primas o productos terminados.

d) Se deberá realizar limpieza, desinfección y fumigación de ser necesario de manera periódica. e) Contarán con iluminación adecuada y tendrán sistemas de ventilación, ya sea natural o forzada; de prevención y control de incendios y de captación de olores.

f) Deberán contar con condiciones que permitan la fácil disposición temporal, recolección y traslado de residuos no peligrosos.

g) El acceso deberá ser restringido, únicamente se admitirá el ingreso de personal autorizado y capacitado.

h) Deberán contar con un cierre perimetral que impida el libre acceso de personas o animales.

i) El tiempo de almacenamiento deberá ser el mínimo posible establecido en las normas INEN

j) Los usuarios serán responsables del aseo de las áreas de alrededor de los sitios de almacenamiento.

Art. 65 De las prohibiciones.- No deberán permanecer en vías y sitios públicos bolsas y/o recipientes con residuos sólidos en días y horarios diferentes a los establecidos por el servicio de recolección (Ministerio de Ambiente, 2015).

De la recolección y transporte Art. 66 De la recolección.- Es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales la recolección de los residuos y/o desechos sólidos no peligrosos tomando en cuenta los siguientes parámetros (Ministerio de Ambiente, 2015):

a) La recolección de los residuos sólidos y/o desechos no peligrosos, se realizará mediante los siguientes mecanismos: recolección manual, semimecanizada y mecanizada.

b) La recolección de los residuos sólidos no peligrosos, se realizará mediante las siguientes metodologías: de esquina, de acera, intradomiciliario, de contenedores, y las que establezca la autoridad ambiental para el efecto.

c) Establecer el servicio de recolección de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos de tal forma que éstos no alteren o propicien condiciones adversas en la salud de las personas o contaminen el ambiente.

d) Durante el proceso de recolección, los operarios del servicio deberán proceder la totalidad de los residuos y/o desechos sólidos no peligrosos, evitando dejar residuos y lixiviados esparcidos en la vía pública.

e) Establecer el servicio de barrido de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos de tal forma que éstos no alteren o propicien condiciones adversas en la salud de las personas o contaminen el ambiente.

Art. 67 Del transporte.- El traslado de los residuos y/o desechos sólidos desde el lugar de su generación hasta un centro de acopio y/o transferencia deberá contemplar procedimientos que cumplan con lo siguiente:

a) Los equipos de transporte y recolección de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos deben ser apropiados al medio y para la actividad.

b) Evitar el derrame de los mismos durante el transporte hasta colocarlos en el centro de acopio y/o transferencia.

c) Limpieza, desinfección y mantenimiento de los recipientes, vehículos de recolección y demás implementos utilizados en el transporte.

d) Destinar únicamente residuos no peligrosos asimilables a domésticos al sistema de recolección local.

e) El transporte de desechos peligrosos estará sujeto a lo dispuesto en la normativa correspondiente.

Art. 68 De los Gobiernos Autónomos Descentralizados.- Son responsables de la recolección de residuos en el área de su jurisdicción y definirán las rutas, horarios y frecuencias de recolección de residuos urbanos domésticos y de ser necesario y previa aprobación de la Autoridad Ambiental Nacional, definirán estaciones de transferencia técnicamente construidas para su posterior disposición final (Ministerio de Ambiente, 2015).

Del acopio y/o transferencia Art. 69 Del acopio y/o transferencia.- Los Gobiernos Autónomos Descentralizados procederán a la instalación de centros de acopio y/o transferencia en función de la racionalización de recursos económicos, energéticos, la disminución de los impactos ambientales y el logro de una mayor productividad de la mano de obra y del equipo utilizado (Ministerio de Ambiente, 2015) .

Art. 70 De los centros de acopio.- Los centros de acopio de residuos sólidos no peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos y demás que establezca la Autoridad Ambiental competente (Ministerio de Ambiente, 2015):

- a) Área delimitada, señalizada, con techo y suelo impermeabilizado.
- b) Contarán con iluminación adecuada y tendrán sistemas de ventilación, ya sea natural o forzada; de prevención y control de incendios y de captación de olores.
- c) No deberán tener conexiones directas al sistema de alcantarillado o a cuerpos de agua, para evitar la filtración de lixiviados.
- d) La ubicación del sitio no debe causar molestias ni impactos a la comunidad.

Art. 71 De la transferencia.- Las estaciones de transferencia para residuos sólidos no peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos y demás que establezca la Autoridad Ambiental Competente (Ministerio de Ambiente, 2015):

- a) Las estaciones de transferencia para residuos sólidos no peligrosos deberán garantizar condiciones sanitarias, ambientales y de protección adecuadas para los trabajadores.
- b) Las estaciones de transferencia deben contar con una

bitácora donde se registre diariamente la cantidad de residuos ingresados y egresados por tipo o clase.

c) Las estaciones de transferencia deben contar con la infraestructura básica necesaria que establezca la autoridad ambiental, con la finalidad de garantizar un servicio eficiente.

d) Las estaciones de transferencia deben cumplir con las disposiciones de la normativa ambiental vigente.

Art. 72 De las prohibiciones.- Está prohibido disponer residuos sólidos no peligrosos en sitios que no sean destinados técnicamente para tal y que no sean aprobados por la Autoridad Ambiental competente (Ministerio de Ambiente, 2015).

el impulsar y establecer programas de aprovechamiento mediante procesos en los cuales los residuos recuperados, dadas sus características, son reincorporados en el ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio del reciclaje, reutilización, compostaje, incineración con fines de generación de energía, o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos. El aprovechamiento tiene como propósito la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer finalmente; con lo cual se reducen costos y se aumenta la vida útil de los sitios de disposición final, por lo que se debe considerar:

a) Cuando los residuos sólidos no peligrosos ingresen a un nuevo ciclo productivo, se deberá llevar actas de entrega recepción de los mismos por parte de los gestores ambientales autorizados por la Autoridad Ambiental competente. Si del proceso de aprovechamiento se generaren desechos, éstos deberán ser entregados al prestador del servicio.

b) Todos los sistemas de aprovechamiento se los realizará en condiciones ambientales, de seguridad industrial y de salud, de tal manera que se minimicen los riesgos; deberán ser controlados por parte del prestador del servicio y de las autoridades nacionales, en sus respectivos ámbitos de competencia.

c) Cuando el aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos se los realice como materia prima para la generación de energía, este tipo de actividad deberá ser sometido a la aprobación de la Autoridad Ambiental Nacional.

d) Todas las empresas, organizaciones o instituciones que se dediquen a la valorización, reúso o reciclaje de los residuos sólidos no peligrosos deben realizar las acciones necesarias para que los sistemas utilizados sean técnica, financiera, social y ambientalmente sostenibles.

e) Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contar con programas de recuperación de residuos reciclables, y promover su reúso.

f) La recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos no peligrosos deberá efectuarse según lo establecido en la normativa ambiental vigente.

g) Los procesos de aprovechamiento deben promover la competitividad mediante mejores prácticas, nuevas alternativas de negocios y generación de empleos.

2.3.4. Código Orgánico Integral Penal

El Código Orgánico Integral Penal (COIP) sanciona de manera penal los delitos contra la naturaleza:

Art. 251.- Delitos contra el agua. - La persona que contraviniendo la normativa vigente, contamine, desee o altere los cuerpos de agua, vertientes, fuentes, caudales ecológicos, aguas naturales afloradas o subterráneas de las cuencas hidrográficas y en general los recursos hidrobiológicos o realice descargas en el mar provocando daños graves, será sancionada con una pena privativa de libertad de tres a cinco años (COIP, 2014).

Art. 252.- Delitos contra suelo. - La persona que contraviniendo la normativa vigente, en relación con los planes de ordenamiento territorial y ambiental, cambie el uso del suelo forestal o el suelo destinado al mantenimiento y conservación de ecosistemas nativos y sus funciones ecológicas, afecte o dañe su capa fértil, cause erosión o desertificación, provocando daños graves, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años (COIP, 2014).

Art. 254.- Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas. - La persona que, contraviniendo lo establecido en la normativa vigente, desarrolle, produzca, tenga, disponga, queme, comercialice, introduzca, importe, transporte, almacene, deposite o use, productos, residuos, desechos y sustancias químicas o peligrosas, y con esto produzca daños graves a la biodiversidad y recursos naturales, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años (COIP, 2014).

2.3.5. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía y Descentralización

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010).

Art. 136.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010).

Art. 431.- De la gestión integral del manejo ambiental.- Los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010).

2.3.5.1. Capítulo II gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos

Art. 230.- De la infraestructura. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos proveerán de la infraestructura técnica de acuerdo a la implementación de modelos de gestión integral de residuos sólidos no

peligrosos, de conformidad con los lineamientos y normas técnicas que se dicten para el efecto (Código Orgánico de la función judicial, 2009).

Art. 229.- Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases. Las fases de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional (Código Orgánico de la función judicial, 2009).

Art. 231.- Obligaciones y responsabilidades. Serán responsables de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos a nivel nacional, los siguientes actores públicos y privados (Código Orgánico de la función judicial, 2009).

2 Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos serán los responsables del manejo integral de residuos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios generados en el área de su jurisdicción, por lo tanto, están obligados a fomentar en los generadores alternativas de gestión, de acuerdo al principio de jerarquización, así como la investigación y desarrollo de tecnologías.

Estos deberán establecer los procedimientos adecuados para barrido, recolección y transporte, almacenamiento temporal de ser el caso, acopio y transferencia, con enfoques de inclusión económica y social de sectores vulnerables. Deberán dar tratamiento y correcta disposición final de los desechos que no pueden ingresar nuevamente en un ciclo de vida productivo, implementando los mecanismos que permitan la trazabilidad de los mismos. Para lo cual, podrán conformar mancomunidades y consorcios para ejercer esta responsabilidad de conformidad con la ley. Asimismo, serán responsables por el desempeño de las personas contratadas por ellos, para efectuar la gestión de residuos y desechos sólidos no peligrosos y sanitarios, en cualquiera de sus fases. (Código Orgánico de la función judicial, 2009).

2.3.6. Ley Orgánica de Salud

El artículo 100 de la Ley Orgánica de Salud manda que: "La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten

para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional (...)" (Ley Orgánica de Salud, 2012).

2.3.7. Acuerdo Interministerial para la Gestión Integral de Desechos

Sanitarios

Art. 1.- El presente reglamento tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos y desechos generados por los establecimientos de salud (Acuerdo Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios, 2018).

Art. 2.- El presente reglamento es de aplicación nacional y de cumplimiento obligatorio para los establecimientos de servicios de salud del Sistema Nacional de Salud, clínicas de estética con tratamientos invasivos, clínicas veterinarias y otros establecimientos que su actividad genere desechos sanitarios.

Art. 5.-Son responsabilidades y obligaciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, respecto de la gestión de desechos sanitarios, a más de las establecidas en la Constitución de la República, en el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización y en la Ley Orgánica de Salud, las siguientes: 1. Realizar la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sanitarios, conforme a los lineamientos dispuestos por la Autoridad Ambiental y Sanitaria Nacional, ya sea por gestión directa, contando con el permiso ambiental respectivo, o a través de gestores externos, bajo la responsabilidad del Gobierno Municipal.

Art. 6.- Son responsabilidades de los establecimientos sujetos a control del presente Reglamento y de todo su personal las siguientes:

1.- Garantizar por parte de sus autoridades, la sostenibilidad de la gestión integral de los desechos sanitarios generados en sus instituciones, mediante la asignación financiera dentro del presupuesto institucional.

2.- Cumplir y exigir el cumplimiento en todas sus fases, de las normas establecidas en el presente Reglamento para la gestión integral de desechos sanitarios.

3.- Elaborar un Plan de Gestión Integral de Desechos Sanitarios, conforme lo descrito en la Norma Técnica para aplicación del presente Reglamento. Dicho Plan deberá incluirse en el Plan de Manejo Ambiental, aprobado para la obtención del Permiso Ambiental correspondiente, el cual será actualizado de ser necesario, con

el fin de que se ajuste a las condiciones del establecimiento y a la Normativa Ambiental y Sanitaria vigente.

Reglamento Interministerial de Gestión

Art. 8.- Todos los establecimientos que generen desechos sanitarios, en la gestión interna de éstos, cumplirán con la Normativa Sanitaria y Ambiental vigente.

Tercera. - Todas aquellas especificaciones técnicas necesarias para la aplicación del presente Reglamento, se encontrarán en la Norma Técnica, que para tal efecto expidan los Ministerios de Ambiente y de Salud Pública.

2.3.8. Ordenanza para la gestión de los residuos sólidos en el cantón

Naranjal

Art. 1.- La Ordenanza regula la generación, clasificación, barrido, recolección, disposición final y tratamiento de los residuos sólidos de la ciudad de Naranjal sus parroquias, comunidades y sectores periféricos de conformidad a la normativa municipal y leyes pertinentes (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE NARANJAL , 2017).

Art. 4.- El desalojo y eliminación de los residuos industriales y escombros, son responsabilidad de cada uno de los generadores, independientemente de que sean personas naturales o jurídicas, así como instituciones u organismos públicos o privados de la ciudad de Naranjal, centros parroquiales y poblados del sector rural del cantón Naranjal en función a los requerimientos descritos en el respectivo reglamento.

Art. 5.- La recolección, disposición final y tratamiento de los residuos sólidos en general, es obligación de la municipalidad con la participación de las instituciones u organismos públicos, privados y de todos los ciudadanos y ciudadanas que viven en la jurisdicción del cantón Naranjal.

2.3.9. Capítulo III del servicio ordinario y de los servicios especiales de aseo

Art. 7.- Se define como servicio ordinario el que presta la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, por la recolección de residuos sólidos que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, son generados en actividades realizadas en viviendas.

Art. 8.- Son servicios especiales los siguientes:

Servicio comercial. - Es el manejo de residuos generados en los establecimientos comerciales y mercantiles tales como: almacenes, depósitos, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, discotecas, centros de diversión nocturnos, plazas de mercado, puestos de venta, escenarios deportivos, espectáculos masivos y demás sitios públicos y privados que en función de una actividad comercial genere concentración de personas.

Servicio de escombros y chatarra. - Es el manejo de escombros de productos derivados de construcciones, demoliciones, talleres y más sitios donde se producen y generan desechos de hierro, y chatarras de todo tipo, así como también depósitos encargados de remoción de tierra, excavaciones.

Servicio de desechos sólidos peligrosos. - Es el manejo de desechos que comprenden los objetos, elementos o sustancias que se abandonan, botan, desechan, descartan o rechazan y que por sus características sean corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas, irritantes, de patogenicidad, carcinogénicas que representan un peligro para los seres vivos, el equilibrio ecológico y/o el ambiente.

2.3.10. Capítulo IV del barrido y recolección de los residuos sólidos comunes

Art. 10.- Todos los propietarios de inmuebles, así como los arrendatarios de viviendas, almacenes, talleres, restaurantes, bares, negocios de todo tipo en general, establecimientos educativos, industrias, instituciones públicas y privadas tienen la obligación de sacar los residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) en la forma que establece la presente ordenanza de conformidad a lo que determine para el efecto la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Art. 11.- Toda persona que proceda a sacar los residuos sólidos/domiciliarios (orgánicos e inorgánicos) para que sean recogidos por los vehículos recolectores debe realizarlo de la siguiente forma: a) Utilizar los tachos de color verde, negro y gris para identificar los desechos que lo contienen. b) En el tacho de color verde se deberán colocar los residuos considerados orgánicos: cáscaras de frutas, restos de alimentos consumidos, restos de preparación de alimentos, es decir aquellos

residuos que se pueden podrir. c) En el tacho de color negro, se deberán depositar aquellos materiales considerados inorgánicos: plásticos, vidrios y metales. d) En el tacho de color gris se deberán depositar todo lo que es papel y cartón. e) En el caso de instituciones o establecimientos que generen gran cantidad de residuos, estos deberán separarlos en la fuente, en orgánicos, inorgánicos en recipientes adecuados en un lugar de fácil acceso a los vehículos recolectores. f) Los materiales reciclables serán entregados al vehículo recolector en el horario establecido para cada sector.

Art. 13.- Los ciudadanos deberán sacar los tachos que correspondan (verde, negro) en el día fijado y establecido por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable; colocando el tacho en la acera para su recolección en la hora establecida para el paso del vehículo recolector en cada uno de los sectores.

Art. 15.- Todo ciudadano está obligado a cumplir con las disposiciones impartidas por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable en lo que respecta al barrido, separación, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en el cantón.

Art. 16.- Las personas que habitan en sectores o lugares a los cuales no tiene acceso el vehículo recolector, deberán sacar la basura hasta la calle más cercana y con acceso para el vehículo recolector municipal.

2.3.11. Capítulo V de los escombros, tierra y chatarra

Art. 18.- Toda persona natural o jurídica, así como instituciones u organismos de derecho público o privado que produzca escombros o chatarra será responsable de los mismos hasta su disposición final adecuada en los términos establecidos en el reglamento respectivo, así mismo será responsable por el efecto negativo al ambiente y a la salud por su inadecuada disposición final.

Art. 19.- Los particulares, sean estos personas o empresas naturales o jurídicas, podrán transportar los escombros y chatarra siempre que se sujeten a las normas respectivas dictadas por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable conforme al Reglamento Municipal correspondiente, así como la licencia del Ministerio del Ambiente y solo podrán ponerlos en los lugares autorizados.

Art. 20.- Los únicos sitios para recibir escombros, tierra o chatarra, son los autorizados por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, podrán existir sitios privados de disposición final de desechos, siempre que cuenten con el permiso expreso de la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable y la licencia ambiental del ministerio del ramo; ésta deberá informar a la ciudadanía de los sitios autorizados y señalizarlos.

Art. 22.- El productor de desechos tendrá la obligación de velar por el buen manejo y disposición final de los escombros producidos y no podrá ocupar el espacio público o afectar el ornato de la zona poblada, en concordancia con las normas de arquitectura y urbanismo vigentes.

Art. 23.- Las empresas o los ciudadanos que presten el servicio de transporte de escombros o tierra que puedan provocar desaseo de la ciudad o población, deberán obtener un permiso general de movilización de desechos o de materiales expedido por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable y Ministerio del Ambiente correspondiente, que será el único documento que autorice la circulación y disposición final con este tipo de residuos o cualquier otro similar. Este permiso podrá ser retirado e iniciado el proceso de sanción determinado en el respectivo reglamento si es que los comisarios constatan la inobservancia de lo dispuesto en esta ordenanza y en las normas pertinentes.

2.3.12. Capítulo VI de los desechos, industriales y peligrosos

Art. 25.- El productor de cualquiera de estos desechos sólidos es responsable de los efectos negativos que causen por el inadecuado acopio, transporte o disposición final de los mismos. Así mismo, todos los productores y manipuladores de desechos sólidos industriales y peligrosos están obligados a acatar las medidas adoptadas por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable dentro de las políticas de protección al medio ambiente, incluyendo la vigilancia y control a sus empleados o contratistas. La inadecuada disposición final de desechos industriales y peligrosos dará lugar a la sanción correspondiente, sin perjuicio de las acciones administrativas, civiles y penales a que hubiere lugar por afectación ambiental.

Art. 27.- Para el transporte y movilización de desechos/industriales y peligrosos será requisito indispensable el permiso de movilización expedido por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, sin perjuicio de la obligación que los

transportistas tienen de cumplir lo establecido en la presente ordenanza. Los transportadores estarán obligados a cumplir con los requisitos establecidos por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, respecto al volumen de carga, protecciones especiales, tipos de vehículos, horarios, y en general todo lo relativo a esta actividad.

Art. 28.- Los únicos sitios para recibir desechos industriales o peligrosos son los autorizados por Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, o los particulares que cuenten con su autorización previa. En estos casos se deberá informar por escrito para la movilización a los sitios a los que pueden ser transportados dependiendo del tipo de material.

Art. 29.- Todos los establecimientos industriales y productivos que generen desechos sólidos peligrosos, deberán diferenciar los residuos orgánicos e inorgánicos de los peligrosos y los dispondrán en recipientes claramente identificados y separados. En cada establecimiento se fijará un sitio exclusivo, debidamente aislado y protegido, para almacenar temporalmente los residuos peligrosos y se prestará facilidades para su recolección.

Art. 30.- El productor de cualquier desecho considerado como lodo industrial tiene la obligación de neutralizarlo. Para el efecto, deberá cumplir con los procedimientos, establecidos por la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Art. 33.- Los desechos sólidos peligrosos deberán ser tratados y ubicados adecuadamente, mediante técnicas de rellenos sanitarios de seguridad, incineración, encapsulamiento, fijación u otra técnica aprobada.

Art. 34.- Todo productor de desechos peligrosos deberá comunicar a la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, los procedimientos de manejo y disposición final de sus desechos en función de la regulación aplicable.

2.3.13. Capítulo VIII del control, estímulo, contravenciones y sanciones

Art. 42.-Control.- La Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable con el apoyo de Comisaría Municipal controlará el cumplimiento de esta ordenanza y normas conexas además juzgará y sancionará a los infractores conforme lo establecido en esta ordenanza y en general tomará todas las medidas de control para mejorar el aseo y limpieza de la ciudad y demás lugares cuya competencia se

establecen en esta ordenanza, para cuyo efecto se apoyará del control que también se realizará por parte de la policía municipal, autoridades competentes y los veedores cívico ad- honoren.

Art. 43.-Estímulo. - La Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable en coordinación con el departamento de turismo municipal i-TUR, brindará estímulos a barrios, urbanizaciones, empresas, organizaciones de comerciantes o ciudadanía en general por las iniciativas que desarrollen para mantener limpia la ciudad, de acuerdo a lo establecido en esta ordenanza.

Art. 44.-Contravenciones y sanciones.- En concordancia con las obligaciones y responsabilidades señaladas en el Capítulo III de esta ordenanza de cuidar la limpieza y el medio ambiente en la jurisdicción del cantón Naranjal, se establecen cinco clases de contravenciones con sus respectivas sanciones, que se especifican a continuación:

2.3.14. Contravenciones de primera clase y sus sanciones

Serán reprimidos con la multa de 5% de una RBU (Remuneración Básica Unificada) a quienes cometan las siguientes contravenciones:

1. Tener sucia y descuidada la acera y calzada del frente correspondiente a su domicilio, negocio o empresa.
2. Colocar la basura en la acera sin utilizar los recipientes identificados para la clasificación, debidamente cerrados (tacho verde y/o negro).
3. Transportar basuras o cualquier tipo de material de desecho o construcción sin las protecciones necesarias para evitar el derrame sobre la vía pública.
4. Arrojar, sea al transitar a pie o desde vehículos, colillas de cigarrillos, cascaras, goma de mascar (chicles), papeles, plásticos y residuos en general, teniendo la responsabilidad, en el segundo caso, el dueño del automotor y/o conductor.
5. Ensuciar el espacio público con residuos por realizar labores de recuperación de materiales.
6. Sacudir tapices, alfombras, cobijas, sábanas y demás elementos de uso personal o doméstico, en puertas, balcones y ventanas que miren al espacio público.
7. Escupir, vomitar, orinar o defecar en los espacios públicos.

8. No tomar las medidas necesarias para prevenir que los animales con los que transitan ensucien las aceras, calles, avenidas y parques.
9. Dejar que animales domésticos ensucien con sus excrementos las aceras, calzadas, parques, parterres y en general, los espacios públicos.
10. Arrojar a la vía pública, a la red de alcantarillado, a las quebradas, ríos, áreas comunales y demás espacios públicos, los productos del barrido de viviendas, locales comerciales, establecimientos o vías.

Contravenciones de segunda clase y sus sanciones.

Serán reprimidos con la multa del 10% de una RBU (Remuneración Básica Unificada) a quienes cometan las siguientes contravenciones:

1. Depositar la basura en los parterres, avenidas, parques, esquinas, terrenos baldíos y quebradas esto es, en cualquier otro sitio que no sea la acera correspondiente a su domicilio o negocio, propiciando centros de acopio de basura no autorizados.
2. Incinerar a cielo abierto basura, papeles, envases.
5. Arrojar en los espacios públicos, desperdicios de comidas preparadas, y en general aguas servidas.
6. Arrojar a las alcantarillas objetos o materiales sólidos.
8. Sacar la basura fuera de la frecuencia y horario de su recolección.
9. Depositar en espacios o vías públicas colchones, muebles y otros enseres fuera de los horarios establecidos para la recolección de basura.
11. Mezclar los tipos de residuos.

2.3.15. Contravenciones de tercera clase y sus sanciones

Serán reprimidos con la multa equivalente a un 50% de una RBU (Remuneración Básica Unificada) a quienes cometan las siguientes contravenciones:

1. Abandonar en el espacio público o vía pública animales muertos o arrojar en ellos despojos de aves o animales.

2. Arrojar directamente a la vía pública, a la red de alcantarillado, quebradas o ríos, aceites, lubricantes, combustibles, aditivos, líquidos, neumáticos y demás materiales tóxicos, de acuerdo con la ordenanza respectiva.

4. Ocupar el espacio público, depositar o mantener en él, materiales de construcción, escombros y residuos en general sin permiso de autoridad competente.

5. Mantener o abandonar en los espacios públicos, calles etc., vehículos fuera de uso y en general, cualquier clase de chatarra u objetos en desusos.

6. Destruir contenedores, papeleras o mobiliario urbano instalado para la recolección de residuos.

2.3.16. Contravenciones de cuarta clase y sus sanciones

Serán reprimidos con la multa del 75% de una RBU (Remuneración Básica Unificada) a quienes cometan las siguientes contravenciones:

3. Dejar sucias las vías o espacios públicos tras un evento o espectáculo público que haya sido organizado sin contar con el permiso de la Unidad de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.

3.1.1. Contravenciones de quinta clase y sus sanciones

Serán reprimidos con la multa del 100% de una RBU (Remuneración Básica Unificada) a quienes cometan las siguientes contravenciones:

1. Mezclar y botar la basura doméstica con basura tóxica, biológica, contaminada, radioactiva u hospitalaria.

2. No respetar la recolección diferenciada.

3. No disponer de los residuos industriales, y peligrosos, según lo establecido en esta ordenanza.

5. Impedir u obstaculizar la prestación de los servicios de aseo urbano en una o varias de sus diferentes etapas (barrido, recolección, transporte, transferencia y disposición final).

CAPÍTULO III

3.1. Metodología

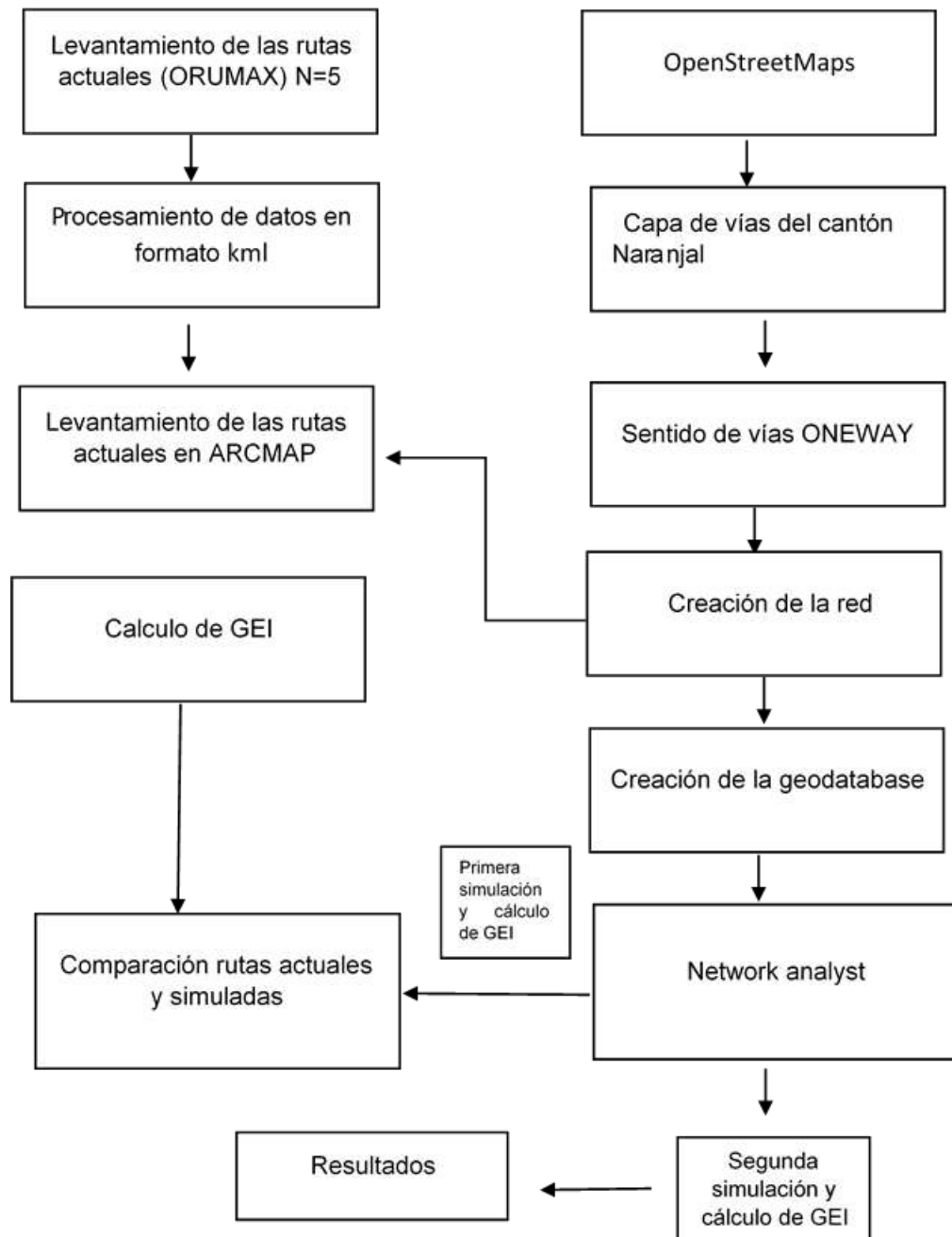


Figura 2: Metodología de la investigación (Elaborado por el autor)

Para la realización de la presente investigación se la dividió en dos partes, la primera que es levantamiento de la información actual de las rutas de recolección de desechos sólidos en la zona urbana del cantón Naranjal y otra que es la modelación de rutas para mejorar el sistema de recolección.

3.1.1. Levantamiento de información

El levantamiento de la información actual o línea base se la realizó en una semana de lunes a domingo, ya que este horario está dispuesto de la siguiente manera y cubre la recolección de desechos sólidos total de la ciudad. Observar tabla 2.

Tabla 2: Levantamiento de la información

DIAS	RECORRIDO DE LA MAÑANA	RECORRIDO DE LA TARDE	RECORRIDO DE LA NOCHE
LUNES	7:00 am a 11:00 am	13:00 pm a 15:00pm	19:00 pm a 23:00pm
MARTES	7:00 am a 11:00 am	13:00 pm a 15:00pm	19:00 pm a 23:00pm
MIERCOLES	7:00 am a 11:00 am	13:00 pm a 15:00pm	19:00 pm a 23:00pm
JUEVES	7:00 am a 11:00 am	13:00 pm a 15:00pm	19:00 pm a 23:00pm
VIERNES	7:00 am a 11:00 am	13:00 pm a 15:00pm	19:00 pm a 23:00pm
SABADO	7:00 am-11:00 am	13:00 pm a 15:00pm	19:00 pm a 23:00pm
DOMINGO	7:00 am-11:00 am	13:00 pm a 15:00pm	19:00 pm a 23:00pm

Fuente: Autor.

Lo siguiente fue realizado en tres recolectores de desechos y una volqueta

Naranjal cuenta con cinco recolectores pero por falta de mantenimiento de los camiones, en la semana que se levantó la información solo se trabajó con dos recolectores y una volqueta. El levantamiento de información se realizó en los siguientes días

Tabla 3: Levantamiento de rutas de recolección

VEHICULO	DIAS DE RECOLECCION	HORARIO DE RECOLECCION
CAMION RECOLECTOR	LUNES	7AM A 11PM
	MARTES	13PM A 16PM
VOLQUETA	MIERCOLES	7AM A 11PM
	MIERCOLES	13PM A 16PM
CAMION RECOLECTOR	JUEVES	7AM A 11PM
	JUEVES	13PM A 16PM

Fuente: Autor

Tabla 4: Modelo y capacidad del recolector

MARCA	MODELO	AÑO	CAPACIDAD DE CARGA	CAMBUSTIBLE
Kenworth	T 370	2016	6 TONELADAS	Diesel
Kenworth	T 370	2016	6 TONELADAS	Diesel
Kenworth	T 370	2014	6 TONELADAS	Diesel
Volqueta	1720 K36	2014	2.5 TONELADAS	Diesel

Fuente: Autor

3.1.2. Utilización de Oruxmaps

El siguiente paso fue la marcación de las rutas las cuales fueron levantadas con la aplicación android ORUXMAPS la cual la define (XATAKANDROID, 2019), como una aplicación que permite registrar rutas, la cual se diferencia de otras aplicaciones y la hace la mejor en marcación por sus estadísticas que van desde hora de inicio, velocidad promedio y distancia recorrida.



Figura 3. Levantamiento de rutas actuales en oruxmaps (Elaboración propia)

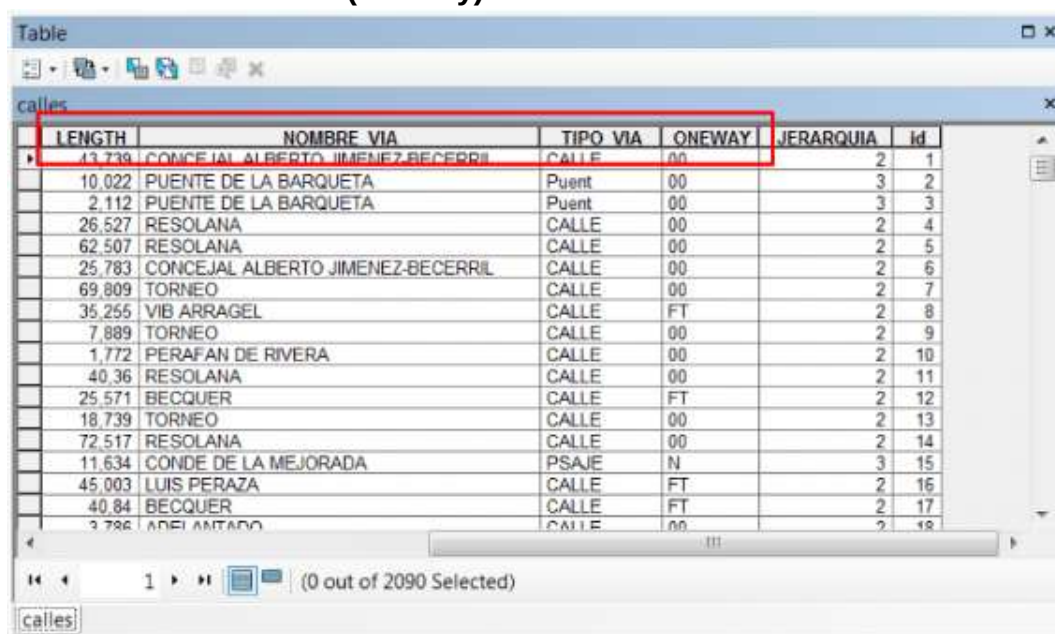


Figura 4: Levantamientos de rutas actuales en oruxmaps (Elaboración propia).

3.1.3. Mapa del cantón

Así mismo se utilizó el mapa de la cabecera cantonal el cual se marcó las señales de tránsito y se comprobó las direcciones de las vías. Una vez que se tenía la información de las rutas actuales, se modeló la red vial de la ciudad de Naranjal, para lo cual se necesitó una capa de vías obtenida de la plataforma digital libre (Mapa Naranjal, 2019) y el mapa de la cabecera cantonal que fue descargado del sitio web de Ecuador En Cifras (Ecuador en Cifras, 2019). Para la creación de la red se configuró en la capas de vías los siguientes atributos: oneway, minutes, meters.

3.1.4. Sentido de vías (oneway)



LENGTH	NOMBRE VIA	TIPO VIA	ONEWAY	JERARQUIA	Id
13.739	CONCEJAL ALBERTO JIMENEZ-BECERRIL	CALLE	00	2	1
10.022	PUENTE DE LA BARQUETA	Puent	00	3	2
2.112	PUENTE DE LA BARQUETA	Puent	00	3	3
26.527	RESOLANA	CALLE	00	2	4
62.507	RESOLANA	CALLE	00	2	5
25.783	CONCEJAL ALBERTO JIMENEZ-BECERRIL	CALLE	00	2	6
69.809	TORNEO	CALLE	00	2	7
35.255	VIB ARRAGEL	CALLE	FT	2	8
7.889	TORNEO	CALLE	00	2	9
1.772	PERAFAN DE RIVERA	CALLE	00	2	10
40.36	RESOLANA	CALLE	00	2	11
25.571	BECQUER	CALLE	FT	2	12
18.739	TORNEO	CALLE	00	2	13
72.517	RESOLANA	CALLE	00	2	14
11.634	CONDE DE LA MEJORADA	PSAJE	N	3	15
45.003	LUIS PERAZA	CALLE	FT	2	16
40.84	BECQUER	CALLE	FT	2	17
3.726	ADEI ANTADO	CALLE	00	2	18

Figura 5: Nombres, tipos y sentido de vías (Elaborado por el autor)

El campo ONEWAY indica que direcciones pueden ser seguidas en cada arco (sólo afecta a los vehículos):

N = Dirección prohibida

TF = Dirección prohibida en la dirección del arco

FT = Dirección prohibida en dirección contraria al arco

00 = No posee dirección prohibida (calle de doble sentido)

Longitud de vías (meters)

Se obtuvo a partir de la longitud en metros de cada vía

3.1.5. Tiempo y velocidad

El tiempo establecido es el horario actual que laboran los obreros de recolección de desechos sólidos que es:

La velocidad para cada vehículo a programado en los motores una máxima de 70km/h para obtener la velocidad que el vehículo aplica en su rutina diaria y establecerla en el análisis de ruta se estableció por medio de una formula una velocidad estándar.

$T \text{ recolección (horas)} = T \text{ inicial} - T \text{ final}$

$\text{Velocidad promedio} = \text{distancia recorrida} / \text{tiempo promedio}$

Tiempo de recorrido (minutes)

Se establecido a partir de la velocidad promedio mediante la relación $\text{tiempo} = \text{espacio} / \text{velocidad promedio}$

3.2. Creación del modelo de red

Para la creación del modelo de red se utilizó la herramienta network analyst, mediante la creación de una red de transporte, utilizando el network dataset se utilizó los datos ya configurados anteriormente como fue la capa de vías de acuerdo al tiempo de recorrido, la distancia de las vías y las restricciones de circulación de acuerdo al sentido de vías (oneway).

3.2.1. Datos de demanda de recolección de desechos sólidos Población por manzanas.

Se utilizó la población por manzana de la zona urbana de la ciudad de Naranjal, lo cual fue obtenido de los datos de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), trabajada mediante información geográfica de la zona amanzanada, cuantificando un total de 28487 habitantes (Ecuador en Cifras, 2019).

	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	ZONA	SECTOR	MANZANA	VIVIENDA	HOGAR	URP	POO	PCD	PS1	PS2	PS3
1														
2	00115000100001	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
3	00115000100002	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
4	00115000100003	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
5	00115000100004	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
6	00115000100005	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
7	00115000100006	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
8	00115000100007	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
9	00115000100008	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
10	00115000100009	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
11	00115000100010	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
12	00115000100011	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
13	00115000100012	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
14	00115000100013	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
15	00115000100014	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
16	00115000100015	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
17	00115000100016	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
18	00115000100017	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
19	00115000100018	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
20	00115000100019	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1
21	00115000100020	01	01	01	01	01	01	01	1	1	1	1	1	1

Figura 6: Población (Elaborado por el autor).

3.2.2 Representación de la población en gis.

Una vez obtenido los resultados de personas que viven por manzana en la zona urbana del cantón se los llevó a Arcmap en el cual se los represento por vértices.

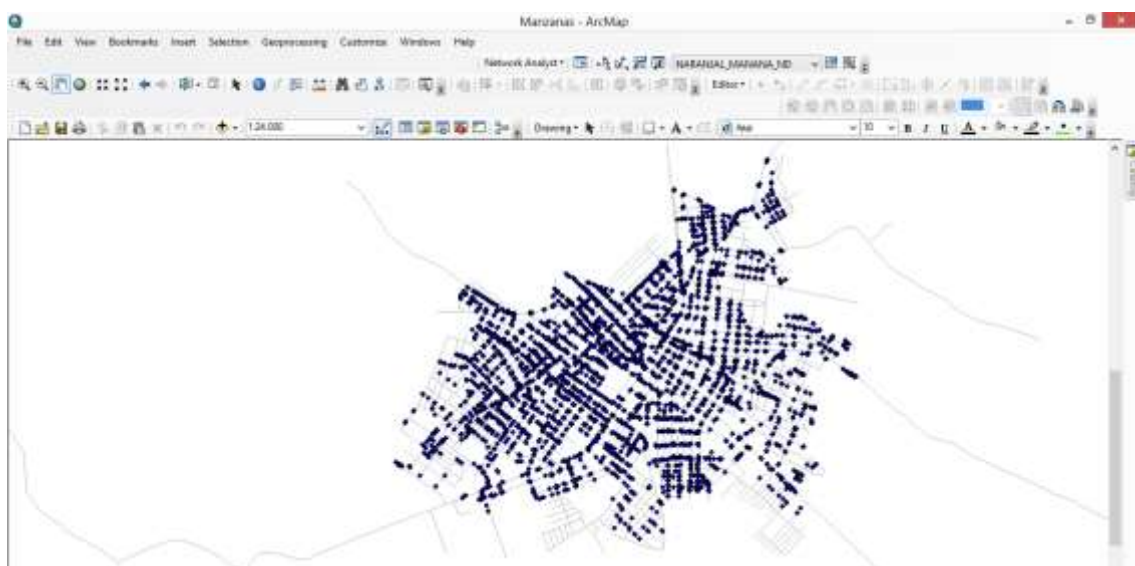


Figura 7: Personas por manzana (Elaborada por el autor).

Estos vértices serán las órdenes que los camiones tendrán que visitar para la recolección en las simulaciones que se realizaran posteriormente, donde cada vértice cuantifica un número de personas.

La zona urbana del cantón Naranjal cuenta alrededor con 28487 habitantes, que de acuerdo al INEC en el Ecuador cada habitante produce 0.58 kg de desechos diarios por lo que se calculó lo siguiente:

Cantidad de desechos al día=número de personas *cantidad de desecho generado al día habitantes en el Ecuador

$$C.des/d = 28487 * 0.58 \text{ día/kg/hab} = 16522\text{kg/día}$$

$$1\text{ton}=1000\text{kg}$$

$$16522\text{kg/día}=16.52\text{Ton/día}$$

3.3. Propuesta de mejora sobre la recolección de desechos sólidos.

Una vez que se generó la información base para la red de transporte de la zona urbana de Naranjal, y se estableció la demanda del servicio de recolección de residuos sólidos, para determinar la propuesta de mejora se contemplaron tres escenarios de simulación para los recorridos de los camiones recolectores, tomando en cuenta su capacidad, se establece lo siguiente para conocer la capacidad de recolección disponible:

$$\text{Capacidad total de camiones}= 5 \text{ camiones} * 6 \text{ TON}=30 \text{ TON}$$

Teniendo en cuenta que el total de desechos producidos al día en el Cantón Naranjal es de 16.52 toneladas y la capacidad total de todos los camiones es de 30 toneladas la recolección se realizara en cuatro camiones con la capacidad total de 24 toneladas dejando un camión para reserva.

A continuación se describen los escenarios simulados.

3.3.1 Primer escenario

Es la simulación de la ruta actual para observar semejanzas y diferencias, la velocidad utilizada para la simulación fue de 5.39km/h, la cual fue determinada a partir del levantamiento de información en campo y el número de camiones configurados fueron dos recolectores y una volqueta que corresponde al horario de mañana.

3.3.2 Segundo escenario

Esta simulación estará establecida por una recolección más óptima que nos dará resultados más aplicables a la zona urbana.

Se utilizó cuatro camiones recolectores con una capacidad de seis toneladas cada uno con una velocidad promedio de 5.39km/h y con horarios de recolección que se separan en dos turnos de 7am a 11pm y de 13pm a 16pm, y con la ordenes de recolección de 600 puntos de recolección por turno sumando un total de 1200 vértices por camión recolector.

3.3.3 Tercer escenario

La asignación de ruta a los camiones recolectores del escenario tres se realizó en cuatro vehículos destino a recolección dejando un camión como respaldo.

Cada camión tendrá una ruta de recolección de 1205 vértices aproximadamente esto lo realizarán dos camiones en el horario de 7:00am a 11:00pm y de 13:00pm a 16:00pm, donde cada camión recolector tendrá dos rutas dando como resultado cuatro rutas para la recolección del día, la siguiente recolección se hace en la noche con horarios de 1700: 00pm a 10:00 pm, esto realizado por dos camiones dando como resultado dos rutas a la velocidad de 5.39 km/h.

Para la simulación del tercer escenario se tomó en cuenta entrevistas realizadas a los choferes y obreros que realizan la recolección de desechos sólidos, quienes recomiendan que durante la noche se pueda recorrer las calles adoquinadas que son la zona céntrica, y sus alrededores, mientras las zonas no adoquinadas que son la urbano marginal, sean recorridas en el día.

Teniendo en cuenta estos factores se realizará la recolección por meta esto quiere decir que se tratara de cubrir con la capacidad de cada camión para la recolección. Otro punto importante que la recolección empezará desde los puntos de recolección más lejanos al relleno sanitario y que termine lo más cercano posible, por concepto de eficiencia.

3.3.4 Estimación de los gases de efectos invernaderos (GEI)

La estimación de gases de efecto invernadero se utilizó la metodología del IPCC (IPCC, 2019) la cual muestra metodologías para los gases de efectos invernaderos. Existen varias formas de cálculo, de acuerdo a la disponibilidad de la información, dos de estas formas son, por medio del combustible consumido y la segunda por la distancia recorrida, la primera es la más idónea para el cálculo de CO₂ y la segunda es para el cálculo de CH₄ y NO₂. La primera quedaría de la siguiente manera para el cálculo de CO₂.

Emisión del gas = (combustible) * (Ef°)

Emisión (kg)=emisión de CO₂

Combustible (tj)=combustible vendido

Ef (kg/tj)=factor de emisión (cantidad de carbono que contiene el combustible)

°=tipo de combustible (diésel, gasolina, etc.)

El segundo método para el cálculo de CH₄ y NO₂ es:

Emisión del gas = (distancia recorrida del vehículo × ef°)

Distancia recorrida= recorrido realizado por el camión (millas)

Ef = factor de emisión (g/milla)

°=tipo de combustible (diésel, gasolina, etc.)

Los factores de emisión se los obtuvo de CO₂ de (IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2006) y NO₂, CH₄ de (United States Environmental Protection Agency, 2018)

Tabla 5: Factor de emisión

FACTORES DE EMISION		
GAS	MOTOR	FACTOR DE EMISION
CO ₂	DIESEL	74100(KG/TJ)
NO ₂	DIESEL	0,0010 g/milla
CH ₄	DIESEL	0,0015 g/milla

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Línea base del sistema actual de recolección de desechos sólidos

Tabla 6: Días actuales de recolección

VEHICULO	DIAS DE RECOLECCION	HORARIO DE RECOLECCION	RUTA	Km RECORRIDO
CAMION RECOLECTOR	LUNES	7AM A 11PM	1	24
	MARTES	13PM A 16PM	2	27
VOLQUETA	MIERCOLES	7AM A 11PM	3	26
	MIERCOLES	13PM A 16PM	3.1	24
CAMION RECOLECTOR	JUEVES	7AM A 11PM	4	26
	JUEVES	13PM A 16PM	4.1	25

Fuente: Autor

En la tabla número 6, se verifica el recorrido que se levantó desde el día lunes hasta el jueves con un total de seis rutas, una el día lunes y una el día martes, los días miércoles y jueves se realizaron las dos jornadas en la mañana y en la tarde, el mayor recorrido tuvo la ruta dos del día martes con 27 km, y menor recorrido fueron los días lunes en la ruta 1 con 24 km y el miércoles con la ruta 3.1 de 24 km.

Tabla 7: Cálculo de gases de efecto invernadero de las rutas actuales

RUTA	KM RECORRIDO	CO2(KG/TJ)	NO2 g/milla	CH4 g/milla
1	24	$\text{km} \times 74100 = 1778400$	$\text{Km} \times 0,0010 = 0,024$	$\text{Km} \times 0,0015 = 0,036$
2	27	2000700	0,027	0,0405
3	26	1926600	0,026	0,039
3.1	24	1778400	0,024	0,036
4	26	1926600	0,026	0,039
4.1	25	1852500	0,025	0,0375

Fuente: Autor

En la tabla número 7 Las rutas con mayor contaminación son las rutas, tres, cuatro tanto en CO₂, NO₂, CH₄, la ruta con menor contaminación son las que tiene un recorrido de 24 km que son la ruta 1 y I RUTA 3.1.

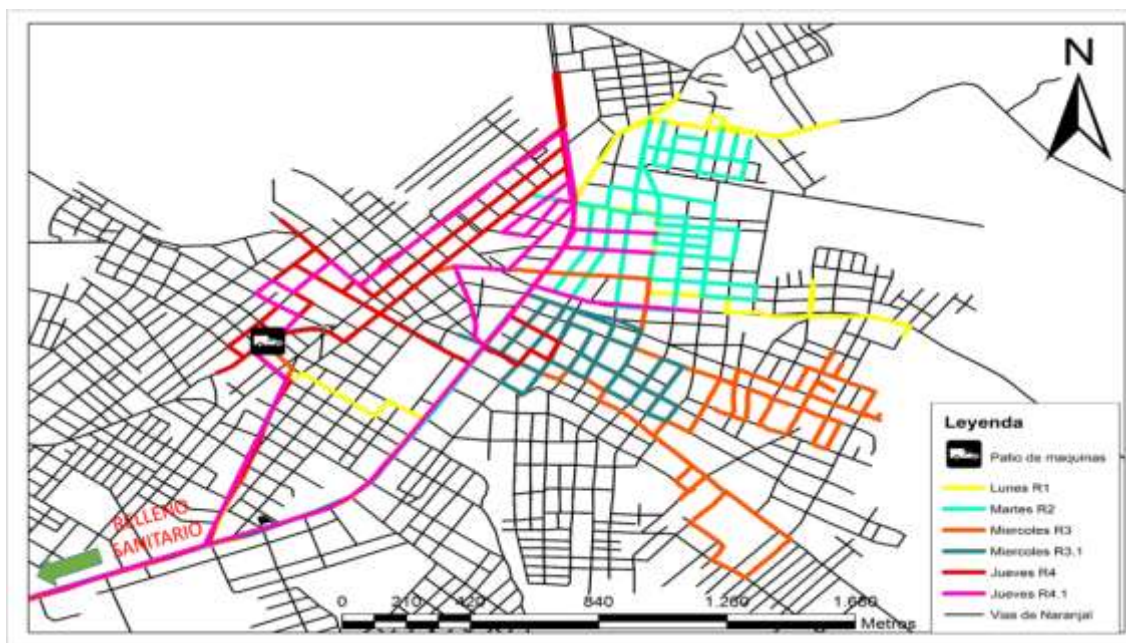


Figura 8: Rutas levantadas en el escenario actual (Elaborado por el autor).

La figura 8 muestra las rutas levantadas en el escenario actual, donde constan las rutas por cada uno de los días, donde se verifica que el sector este de la ciudad no tienen un buen servicio de recolección.

4.1.2. Modelar la red de transporte para la recolección de desechos sólidos, mediante un sistema de información geográfica.

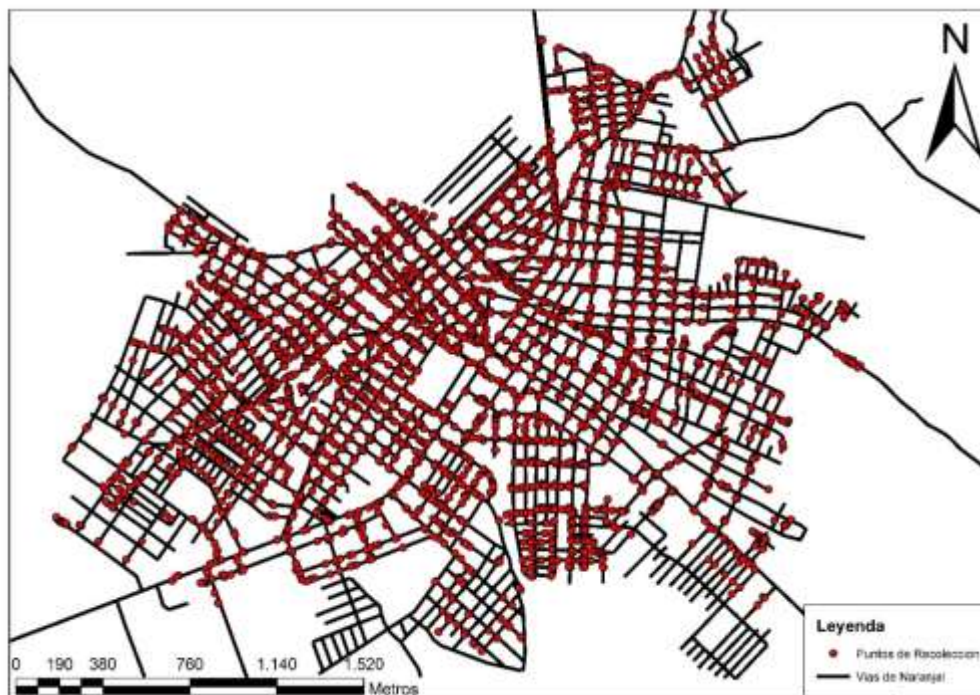


Figura 9: Mapa de vías zona urbana del cantón Naranjal y puntos de recolección (Elaborado por el autor).

En la figura 9, el mapa ilustra las vías principales de la zona urbana del cantón Naranjal con un total de 164.15 km por donde debe realizarse la recolección respetando señalización de tránsito respectivamente. Las visitas que debe hacer cada recolector están representadas por los puntos de color rojo llamados puntos de recolección.

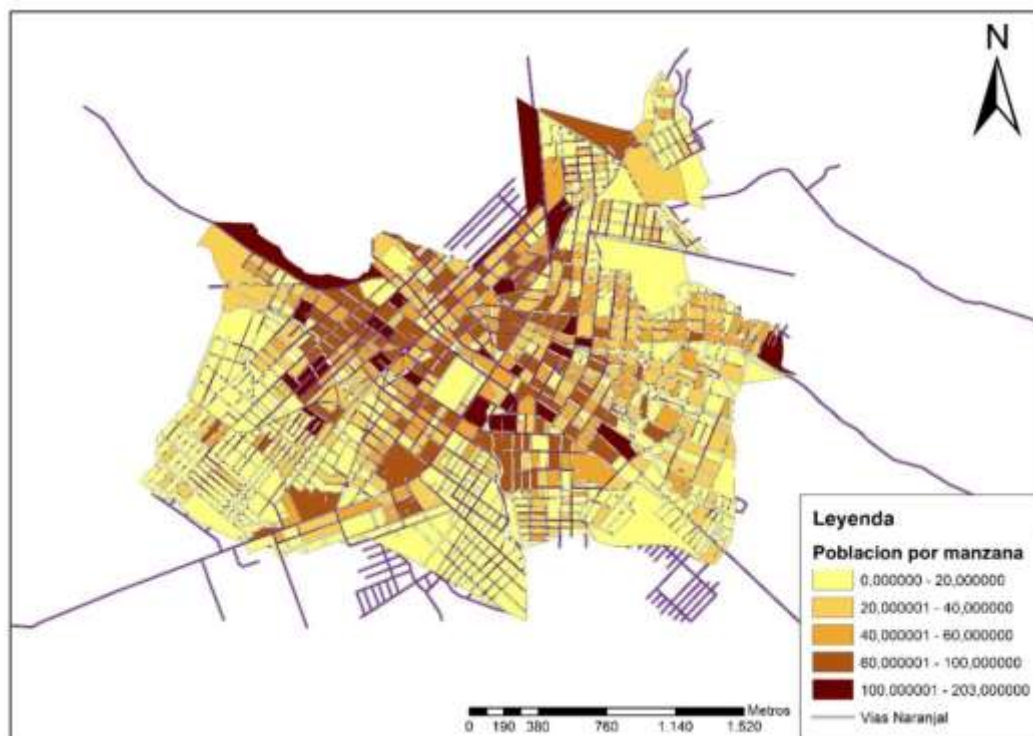


Figura 10: Sectores con mayor y menor población por manzana. (Elaborado por el autor)

En la figura 10, el mapa ilustra los sectores con mayor y menor población por manzana con un promedio de manzanas con mayor población de 100 a 203 personas y de menor población con un total de 0 a 20 personas por manzana. Se observa que la parte céntrica del cantón existe mayor concentración de población.

4.1.3. Propuesta de mejora sobre la recolección de desechos sólidos

Escenario uno comparación entre la ruta actual y la ruta simulada en Arcmap

Tabla 8 : Rutas actuales y rutas simuladas

Vehículos	Días de recolección	Ruta	km R. Actual	km r. simulada	diferencia km	Desechos en t en ruta simulada
Camión recolector	Lunes	1	24	18	6	1.2
	Martes	2	27	22	5	1.1
Volqueta	Miércoles	3	26	24	2	2.7
	Miércoles	3.1	24	20	4	2.4
Camión recolector	Jueves	4	26	22	4	2.4
	Jueves	4.1	25	22	3	2.6

Fuente: Autor

En la tabla número 8 Las rutas fueron simuladas con dos recolectores y una volqueta, los mismos días que se hizo el levantamiento de información al igual el número de rutas. La diferencia entre las rutas actuales y simuladas va desde 6km hasta 2km de diferencia, así existen diferencias porque las rutas simuladas recorren puntos de recolección, y donde no existe punto de recolección el recorrido se anula para esa vía. La ruta simulada con mayor recolección de desechos fue la ruta 3 del día miércoles y a su vez la que menos recorrido hizo tiene una diferencia de 2km con la ruta actual, la de menor recolección de desechos fue de 1.1 T que fue la ruta 2 del día martes y con un recorrido de 22 km, donde la ruta actual tiene un total de 27 km, y es la de evidencia mayor contaminación.

Tabla 9: Comparación de emisión de gases de efecto invernadero entre la ruta actual y ruta simulada

GAS	ruta actual	ruta simulada
CO ₂ (KG/TJ)	11263200	9484800
NO ₂ (g/milla)	0.152	0.128
CH ₄ (g/milla)	0.228	0.192

Fuente: Autor

En la tabla 9 compara el total de gases de efecto invernadero entre la ruta actual y simulada claramente la ruta simulada está por debajo de la ruta actual en todos los contaminantes esto se debe que los recorridos simulados tienen un kilometraje menor al de las rutas actuales.

En las figuras siguientes se representa la simulación de la ruta actual y la ruta simulada

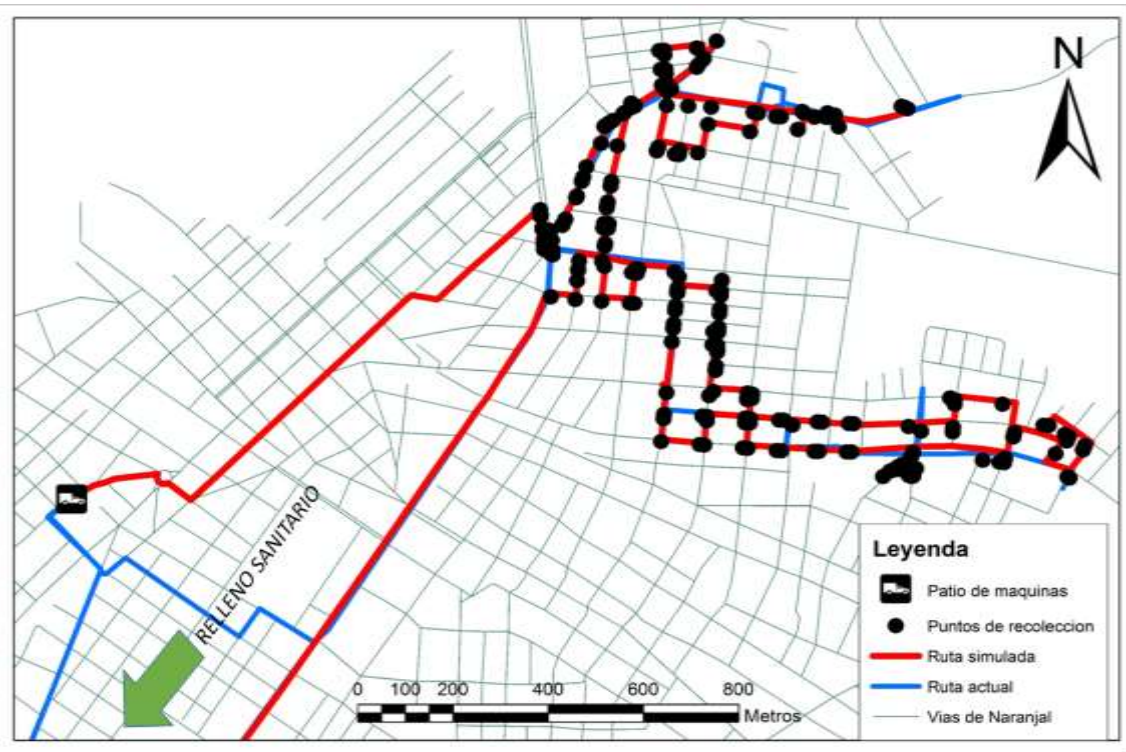


Figura 11: lunes ruta 1 (Elaborado por el autor).



Figura 12: martes ruta 2(elaborador por el autor).

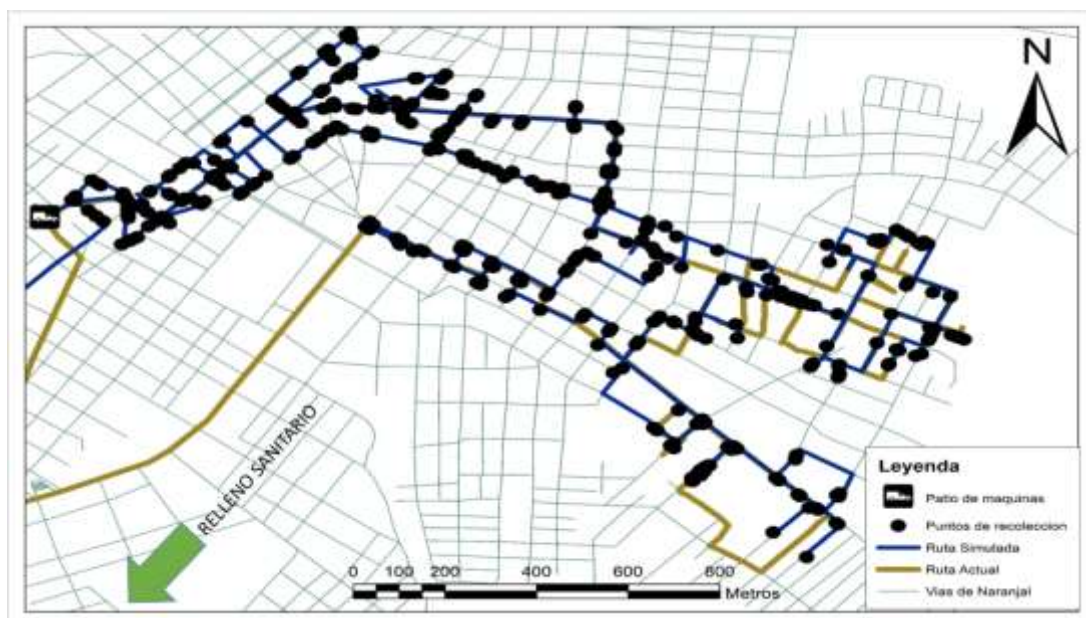


Figura 13: miércoles ruta 3 (elaborador por el autor).

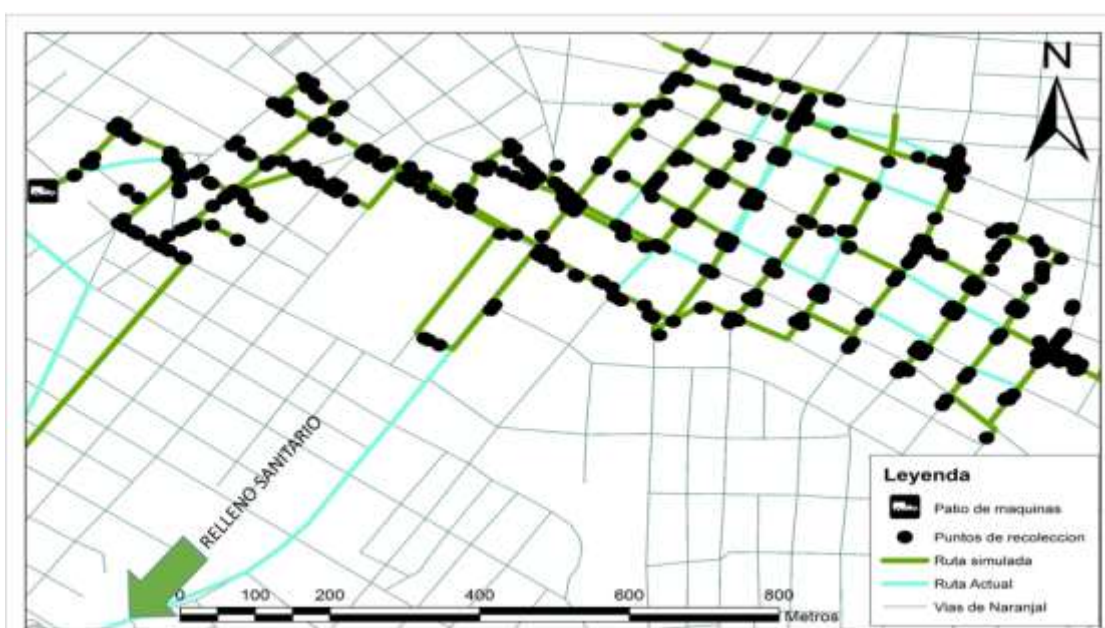


Figura 14: miércoles ruta 3.1 (elaborador por el autor)

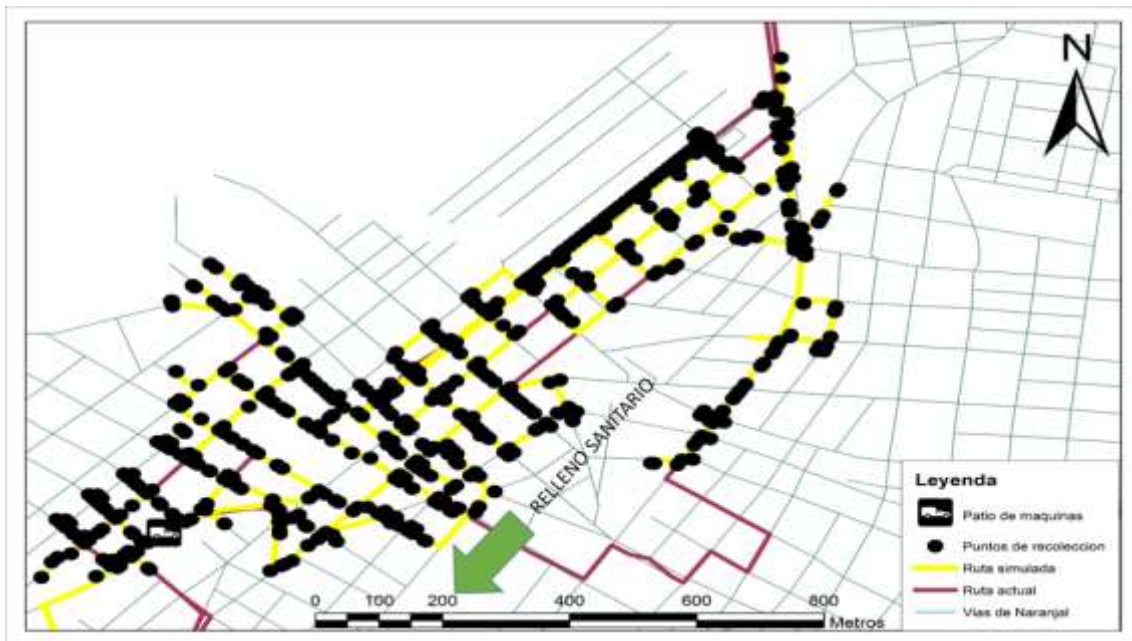


Figura 15: jueves ruta 4 (elaborador por el autor)

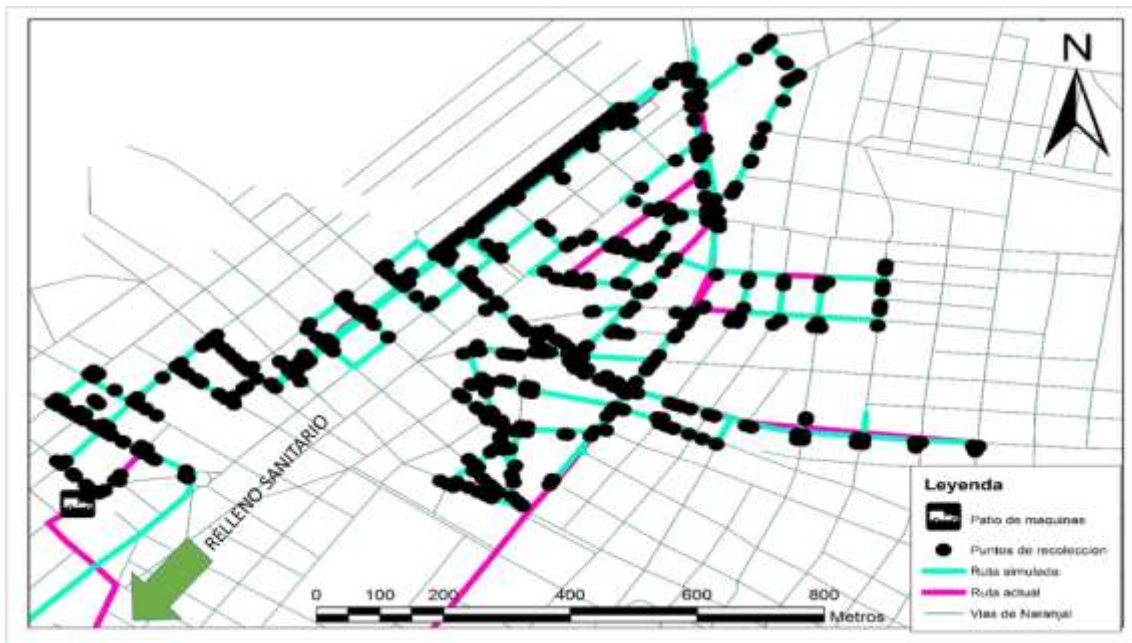


Figura 16: jueves ruta 4.1 (Elaborado por el autor)

Tabla 10: Simulación de rutas ideales para la recolección de desechos

RECOLECTOR /CAPACIDAD EN T	HORARIO DE RECOLECCION	RUTA	KM RECORIDOS	PERSONAS QUE RECIBIERON EL SERVICIO	C.DESECHOS EN T RECOGIDOS EN RUTA SIMULADA
RECOLECTOR	7AM A 11PM	1	23	3462	2
1 / 6 T	13PM A 16PM	1	22	4417	2,5
RECOLECTOR	7AM A 11PM	2	22	3555	2
2 / 6 T	13PM A 16PM	2	25	2304	1,3
RECOLECTOR	7AM A 11PM	3	26	2654	1,4
3 / 6 T	13PM A 16PM	3	21	3443	1,9
RECOLECTOR	7AM A 11PM	4	22	4345	2,5
4 / 6 T	13PM A 16PM	4	23	3003	1,7
TOTAL		8	184	27183	15,3

Fuente: Autor

En la tabla, 10 la simulación se la realizo con cuatros recolectores, se dividió en ocho rutas para cuatros días de la semana cumpliendo con las con lo estipulado de dos turnos de trabajo por día el total de kilómetros recorridos fue de 184 con un total de 27183 personas que recibieron el servicios puerta a puerta, y con un total de desechos recolectados de 15.3 toneladas. Debemos tener en cuenta que existen recorridos extensos con poca recolección es debido a que se visitó cada punto de recolección sin importar la distancia.

Tabla 11: Calculo total de gases de efecto invernadero recolección ideal

GAS	TOTAL
CO ₂ (KG/TJ)	13634400
NO ₂ (g/milla)	0.184
CH ₄ (g/milla)	0.276

Fuente: Autor

La tabla 11 muestra la contaminación por gases de efecto invernadero correspondiente a la simulación ideal por día es intermedia debido a que el kilometraje por ruta está en un rango de 21 a 26 km.

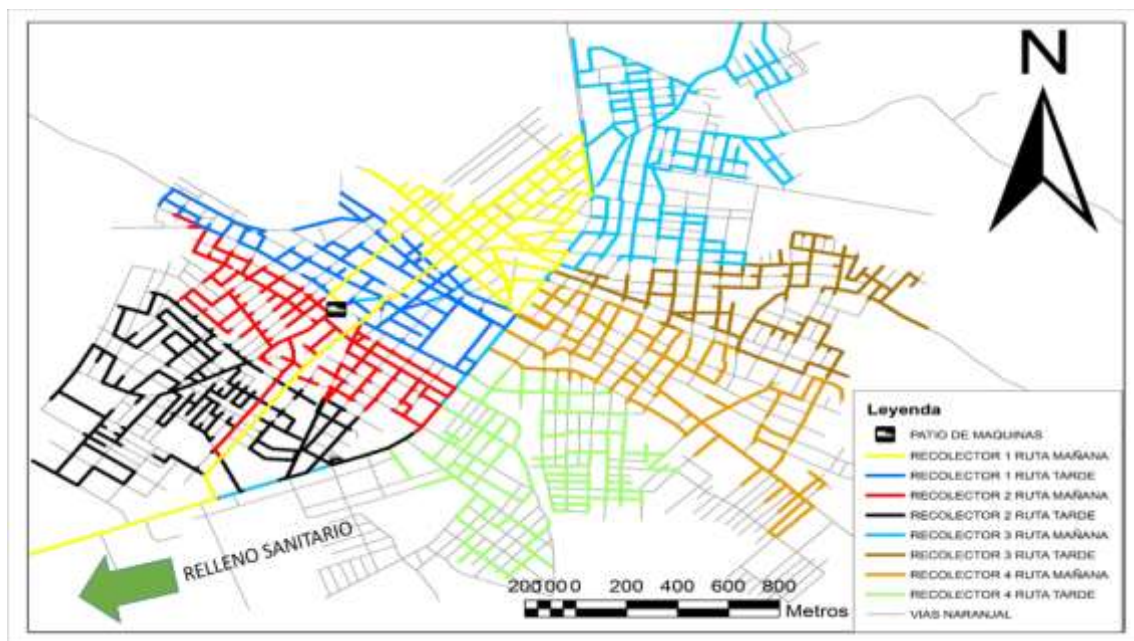


Figura 17: Simulación ideal para la recolección de desechos sólidos (Elaborado por el autor)

4.3 Escenario tres propuesto

Tabla 12: Propuesta para la recolección de desechos sólidos del cantón Naranjal

NUMEROS DE RECOLECTORES	HORARIO DE RECOLECCION	RUTA	KM RECORIDOS	PERSONA QUE RECIBIERON EL SERVICIO	DESECHOS RECOGIDOS EN T
RECOLECTO 1/6T	16PM A 11PM	1	20	4315	2,5
RECOLECTO 2/6T	16PM A 11PM	2	20	4586	2,6
	7AM A 11PM	3	21	3586	2,1
RECOLECTO 3/6T	11PM A 16PM	4	20	3483	2
	7AM A 11PM	5	22	2285	1,3
RECOLECTO 4/6T	11PM A 16PM	6	21	2931	1,69
TOTAL		6	124	21186	12,19

Fuente: Autor

De acuerdo a la tabla 12 las rutas de recolección se las realizó en 4 recolectores de seis toneladas de capacidad. La ruta número 1 y 2 se simularon en la noche, donde se asignó un recolector por cada ruta; las rutas 3, 4,5 y 6 se simularon en dos recolectores cada uno con dos rutas en el horario de la mañana y tarde cada ruta, el total de kilómetros recorrido fue de 124, un total de 21186 personas recibieron el servicio puerta a puerta, la recolección de desechos fue de 12.19 toneladas.

Tabla 13: Emisión de gases de efecto invernadero por total de kilómetros recorridos

GAS	TOTAL
CO ₂ (KG/TJ)	9188400
NO ₂ (g/milla)	0.124
CH ₄ (g/milla)	0.186

Fuente: Autor

En la tabla 13 la contaminación por gases de efecto invernadero en el escenario propuesto como mejora de recolección es baja con respecto al escenario de simulación ideal en cada uno de los contaminantes.

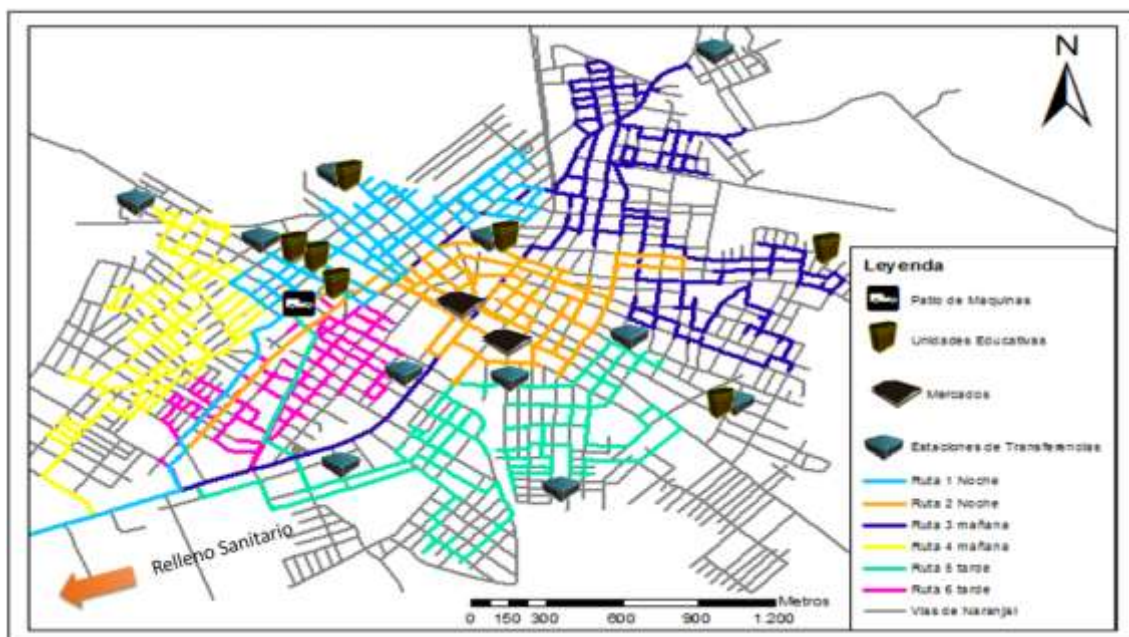


Figura 18: Escenario de recolección para la zona urbana del cantón Naranjal (elaborador por el autor)

La siguiente propuesta fue realizada tomando en cuenta los siguientes puntos:

Se cuenta con un total de seis recolectores con una capacidad cada uno de 6 toneladas en cada recolector estará equipado por una cuadrilla de un chofer y dos recolectores.

La zona urbana del cantón Naranjal cuenta alrededor con 34 mil habitantes, y de acuerdo al INEC en el Ecuador cada habitante produce 0.58 kg de desechos con esto datos hacemos lo siguiente:

Cantidad de desechos al día=número de personas *cantidad de desecho generado al día habitantes en el Ecuador

$$C.des/d = 34.000hab * 0.58 \text{ día/kg/hab} = 19.720kg/día$$

$$1ton = 1000kg$$

$$19.720kg/día = 19.72ton/día$$

A partir de este dato se puede relacionar con los camiones que necesitamos para la recolección

Número de camiones que se necesita para la recolección=total camiones*capacidad de cada camión.

$NC=6c*6T=36$ toneladas

Teniendo en cuenta que el total de desechos producidos al día en el Cantón Naranjal es de 19.72 toneladas y la capacidad total de todos los camiones es de 36 toneladas, la recolección se realizará en cuatro camiones con la capacidad total de 24 toneladas dejando dos camiones para reserva por si algún día algún camión no está en óptimas condiciones para cumplir sus recorridos.

Estos factores se realizará la recolección por meta esto quiere decir que se tratara de cubrir con la capacidad de cada camión para la recolección.

Para que cada camión cumpla la meta la recolección del turno de la mañana y tarde se realizarían cada dos días, dejando el turno de la noche para realizar una recolección de todos los días por motivos que esta cubrirá los mercados y las unidades educativas.

Otro punto importante es que la recolección empezará desde los puntos de recolección más lejanos al relleno sanitario y que u lo más cercano posible, por concepto de eficiencia.

La recolección será eficiente implementando estaciones de transferencia en los puntos establecidos para mejorar la eficiencia de la recolección.

Establecer zonas y horarios de recolección

La recolección se deberá realizar desde el punto más lejano del relleno sanitario, por concepto de eficiencia debe establecer los recorridos para que se ocupe la capacidad entera del camión recolector existirán tres horarios de recolección, mañana, tarde y noche. Dos camiones se establecen para los turnos de mañana y tarde y dos camiones para noche dicho esto la recolección quedaría de la siguiente manera.

Tabla 14: Horarios y días de recolección

Días	7:00 am : 11:00 am	13:00pm : 16:00pm	17:00pm : 10pm
Lunes	Ruta 3-4	Ruta 5-6	Ruta 1-2
Martes			Ruta 1-2
Miércoles	Ruta 3-4	Ruta 5-6	Ruta 1-2
Jueves			Ruta 1-2
Viernes	Ruta 3-4	Ruta 5-6	Ruta 1-2
Sábado	Ruta 3-4	Ruta 5-6	Ruta 1-2
Domingo			Ruta 1-2

Fuente: Autor

La tabla 14 nos muestra los horarios y días y cuáles son las rutas que se van a realizar ya establecidas en la figura 19. Los días para la recolección en las zona urbana marginal será pasando un día con excepción de los días viernes y sábado que se hará seguido la recolección para que la carga del día domingo pase al día lunes y este lo tomen para descansar, las rutas 1 y 2 se realizarán en la noche, y estos recorrido cubren el centro de la ciudad cubriendo unidades educativas, así como mercados municipales, ya que estos producen desechos en mayor cantidad. No se contempla descansar el domingo por tema de contaminación visual para el día lunes de mañana .Se necesitará cuatro choferes y ocho obreros recolectores para todas las rutas.

Implementación de la propuesta de mejora

Para la implementación de la propuesta de mejora se debe realizar lo siguiente.

- a) Socializar la propuesta de mejora de recolección con la población
 - Utilización de un sonido que identifique a los camiones recolectores
 - Especificar los desechos que serán recolectados
 - Establecer a los generadores de desechos no peligrosos como es la entrega de los desechos según lo establecido en acuerdo ministerial 061
- b) Realizar prueba piloto de las nuevas rutas de recolección
- c) Realizar posibles mejoras a las rutas propuestas

- d) Modificar ordenanza de desechos sólidos y barrido del cantón Naranjal según los resultados de la presente propuesta. Exigir los permisos ambientales establecidos en la legislación ambiental para los generadores de desechos peligrosos.
- e) Implementar la propuesta de realizada en el presente trabajo de titulación
- f) Consideraciones para la ordenanza según los resultados de presente estudio.
- g) Estableces sanciones por no respetar los horarios de recolección y por la mala entrega de los desechos.

DISCUSIÓN

Los trabajos analizados se asemejan por la metodología utilizada sistema de información geográfica mediante Network Analyst, los datos y las decisiones tomadas para la recolección de los desechos cambian, esto se debe a la densidad poblacional como al área de estudio recursos humanos y físicos disponibles.

Algunos estudios fueron realizados dentro de Ecuador, uno fue realizado en la ciudad de Tulcán y otro en Cuenca, posteriormente se analizó estudio realizados fuera del país como en México y España.

(Santacruz, 2015), realizó el estudio en el cantón Tulcán, la diferencia con el presente trabajo radica en que Santacruz no utiliza los datos poblacionales por manzana configurando puntos de recolección, sino que se realiza una zonificación directa, esto relacionado a la densidad poblacional y debido a la heterogeneidad del terreno en la sierra. El análisis realizado en el cantón Tulcán no cuenta con un análisis de contaminación de gases de efecto invernaderos por ruta o sector zonificado. Los resultados se puede comparar la zona comercial con la ruta del recorrido 2 de la noche del estudio presente que corresponde a la zona comercial del cantón Naranjal, el total de kilómetros realizados en Tulcán fue de ocho kilómetros mientras que en el cantón Naranjal fue de dos kilómetros, los puntos referenciales para la recolección de desechos en Tulcán fueron 20 tomando en cuenta que las personas van a dejar sus desechos en las esquinas por donde pasa el recolector en esta zonificación, sin embargo no se cuenta con una referencia de cuanta cantidad de desechos se recolecta por zona, ni cuantas personas recibieron el servicio de recolección, mientras el estudio realizado en el cantón Naranjal la zona comercial que corresponde a la ruta del recorrido 2 de la noche donde recibieron 4315 personas el servicio de recolección con un total de 2.5 toneladas de desechos recolectados.

(Cusco & Picón, 2015) En la ciudad de Cuenca identifican las rutas actuales y realizan un análisis comparativo con la simulación de rutas ya optimizadas, el se asemeja a presenta estudio en su primer escenario, haciendo una comparación de la ruta actual y la simulación de la misma ruta en el Arcmap ya optimizadas.

Los horarios establecidos en Cuenca son distintos, como se puede observar la tabla 15.

Tabla 15: Diferencia en horarios de recolección del estudio realizado en Cuenca y Naranjal

Diferencia en horario de recolección		
Cuenca	8:00am : 12:00pm	13:00pm : 11:00pm
Naranjal	7:00am : 11: 00pm	5:00pm : 10:00pm

Fuente: Autor

El estudio en cuenca se dividió en 7 zonas y a su vez en 32 subzonas, mientras que es estudio realizado en Naranjal se hace por ruta con un total de seis rutas, además en Cuenca se utilizó un total de 34 recolectores, mientras en Naranjal se utilizan 4 recolectores el total de recolectores, lo cual evidencia claramente la diferencia en el tamaño del área de estudio.

El límite de velocidad establecida en el estudio realizado en cuenca depende del tipo de vía, esta puede ser vías urbanas, perimetral, rectas en carreteras, mientras en el estudio realizado en el cantón Naranjal dependió de la velocidad media establecida por los mismos vehículos en la recolección actual tanto en mañana, tarde, noche.

La comparación entre el análisis de gases de efecto invernadero no se puede realizar porque las rutas realizadas en el estudio de Cuenca son mucho más extensas que las realizadas en el estudio del cantón Naranjal, la ruta actual del estudio realizado en Cuenca es de 94 km mientras que el estudio realizado en Naranjal es de 27km, sin embargo la metodología es diferente, el estudio realizado en el cantón Naranjal para el análisis de Gases de Efecto Invernadero es la establecida en el IPCC, mientras que en el estudio realizado en Cuenca es una comparación con una tabla establecida en otro estudio.

Un estudio realizado por (Araiza & Zambrano, 2015), en dos localidades de México se asemeja al del cantón Naranjal porque es una mejora del sistema actual de recolección ya establecido, este estudio cuenta con una referencia de cuanto desechos producen por día cada en la ciudad de México en las localidades de Benito Juárez y Jesús María Galarza mientras que en el estudio realizado en el canto Naranjal se tomó del INEC la cantidad de desechos por persona en Ecuador.

Para la recolección no se pusieron restricciones de vías y se asignaron los puntos de recolección por esquina debido a que son localidades pequeñas según los que realizaron el estudio dicen que no es la mejor opción ya que también pueden presentar pérdidas de tiempo, en el canto naranjal no se establecieron paradas las rutas realizadas se basa en la recolección puerta a puerta, hubieron lugares sin recolectar tanto en el estudio realizado en México como en Naranjal donde los dos estudio establecen lugares estratégicos de recolección conocidos en México y en Naranjal se los denomina puntos de transferencia.

La mejora de ruta en las localidades mexicanas aplicando la metodología del Network Analyst es notable con la ruta actual y la ruta optimizada en menos tiempo de recolección tiene mayor cobertura con respecto al área de estudio, esto en el estudio realizado cantón naranjal se da igual entre la ruta actual y la ruta simulada.

En el estudio realizado en las localidades mexicanas la velocidad fue estándar en la recolección no existe días ni horario de recolección, solo se analiza la ruta actual sin tomar en cuenta estos factores, los resultados ellos los analizan con el tiempo recorrido y la cobertura de recolección, esto se debe a que la población menor a 2500 habitantes, los que realizaron el trabajo debido a la densidad poblacional concluyen que no es recomendable la utilización de la herramienta SIG por su costo, pero no descartan los beneficios que produce esta herramienta.

En Madrid España (Gallardo, Bernad, Bovea, Colomer, & Carlos, 2010) diseñaron una herramienta para la simulación de la recolección de desechos sólidos urbanos de la localidad de Castellón de la plana, quienes tomaron en cuenta la siguientes características: Representación vectorial, Operaciones de edición y dibujo, Posibilidad de programación, Utilización generalizada, Acceso a servidores remotos. Mientras que le estudio realizado en el cantón Naranjal se trabajó con la herramienta Network Analyst, mediante la opción Vehicle Routing Problem (VRP).

Las posibilidades de realizar trabajos con SIG son infinitas ya que se puede realizar actividades con una gama extensa de programas informáticos y se puede elegir varios procesos para la misma situación.

La diferencia entre los estudios es el proceso de la utilización de herramientas de SIG, se asemejan en las decisiones de recolección, se realizó mapas con puntos de recolección que representan las personas por manzana y cantidad de desechos de cada punto y así mismo se toma en cuenta dos puntos si se recolecta los desechos por cantidades al día o por horas de trabajo. En el estudio realizado en Madrid España dividen los sectores por cantidad de desechos estos por igual cantidad mientras que en el estudio realizado en el cantón naranjal se los realiza la división de recolección por cantidad de desechos igualitaria para cada camión el objetivo es cubrir la mayor capacidad del camión por recorrido tomando en cuenta la cantidad de desechos y el horario de recolección.

Tabla 16: Diferencia entre población y área de estudio

Diferencia entre habitantes y are de recolección		
	HABITANTES	AREA DE RECOLECCION M2
Castellón de la Plana	7212	32400
Naranjal	27662	164115

Fuente: Autor

La cantidad de habitantes de los dos estudios tiene una diferencia muy alta así mismo el de la superficie. Observar la tabla 16

Con el estudio no se puede comparar los gases de efecto invernadero porque no se realizó.

CONCLUSIÓN

- La presente investigación es una propuesta de mejora de recolección de desechos sólidos de la zona urbana del cantón Naranjal para contribuir al actual sistema de recolección de desechos que tiene el cantón, se mejora la recolección y se optimizo las rutas mediante Sistema de Información Geográfica con la herramienta Network Analyst.
- Una vez obtenido el levantamiento de información de las rutas actuales se realizó el diseño de la red en el ARCMAP para poder realizar la simulación.
- Al simular las rutas con la herramienta New “VihicleRoute” se obtuvo un modelo de rutas mejoradas para brindar un mejor servicio.
- La diferencia entre las rutas actuales y simuladas es evidente así mismo la contaminación de Gases de efecto invernadero es mayor en las rutas actuales que las simulada.
- Para la recolección actual el cantón cuenta con una flota de cinco camiones recolectores el cual no abastece, porque algunos de los camiones están descompuesto así mismo falta de un orden para empezar a recolectar en el levantamiento de información se pudo contactar que cuatro días de la semana se realizó recolección solo en la zona norte con un total de seis rutas, esta recolección se realizó con tres recolectores y una volqueta. La propuesta para la recolección se realiza con cuatro recolectores el que se dividirá dos para dar el servicio en la noche y dos para realizar el servicio en el día cumpliendo con la recolección en toda la zona urbana del cantón con un total de seis rutas.
- Para poder realizar la recolección de desechos sólidos se deberá empezar desde punto más lejano al relleno sanitario, así mismo cumplir con especificaciones establecidas en las recomendaciones del presente estudio.

RECOMENDACIONES

- Implementar un Plan de Manejo de desechos sólidos en las unidades educativas, y los mercados para dar cumplimiento con la ordenanza municipal.
- Elaborar un estudio sobre el barrido de calles, para complementar el manejo y la optimización de rutas para la recolección de estos desechos.
- Establecer estudios previos para la implementación de las estaciones de transferencia de desechos sólidos del cantón Naranjal.
- Para la cuantificación de los gases de efectos invernaderos, se recomienda analizar otras metodologías para motores a diésel como la del opacímetro.
- Utilizar el presente trabajo como insumo para el ordenamiento territorial.

BIBLIOGRAFÍA

- Alejandra , G., Andrés, M., & Henry , L. (2016). Solución del problema de ruteo de vehículos con demandas estocásticas mediante la optimización por espiral. *Scielo*, 7-19.
- Acuerdo Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios. (2018). Obtenido de https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/ACUERDO_MINISTERIAL_5186_REGLAMENTO_INTERMINISTERIAL_GESTI%C3%93N_DESECHOS_SANITARIOS.pdf
- Alcaldia de Naranjal. (2019). *Informacion Basica del Canton* . Obtenido de Alcaldia de Naranjal: <http://www.naranjal.gob.ec/index.php/explore/historia>
- Aldaz, J., & Jefferson, R. (2018). *Necesidades sociales de la Zona cinco: Caso la situación de los servicios*. Obtenido de Universidad Estatal de Milagro: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3928/1/NECESIDADES%20SOCIALES%20DE%20LA%20ZONA%20CINCO%20CASO%20LA%20SITUACI%C3%93N%20DE%20LOS%20SERVICIOS%20B%C3%81SICOS%20EN%20EL%20CANT%C3%93N%20NARANJAL..pdf>
- Ana, R. (S.f). *Problemática, clasificación y gestión de los residuos sólidos urbanos*. Obtenido de Info Agro: http://www.infoagro.com/documentos/problematica__clasificacion_y_gestion_residuos_solidos_urbanos.asp
- Andrés Jaque. (1 de Diciembre de 2008). *VRP (Vehicle Routing Problem)*. Obtenido de WordPress: <https://andresjaquep.wordpress.com/category/1/>
- Araiza, J., & Zambrano, M. (2015). Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 118-128. Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/467/46750925005/>
- ArcGIS Pro. (s.f.). *ArcGIS Desktop*. Recuperado el 2019, de Network Analyst: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm>
- Arévalo, R., & Martínez, J. (Junio de 2009). *Sistema de Información Geográfica (SIG), para la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) del municipio del Prat de Llobregat*. Obtenido de Universitat Politècnica de Catalunya: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7293/pfc-e%202009.094%20mem%C3%B2ria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benavides, A. (2018). *Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero mediante optimización de logística de transporte en una distribuidora de productos avícolas*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <file:///C:/Users/User/Downloads/BENAVIDES%20AMBAR%20-%2003.SEP-2018.pdf>
- Betanzo, E., Torres , M., Romero, J., & Obregón, S. (2016). Evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos con apoyo de dispositivos de rastreo satelital: análisis e implicaciones. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 323-337.

- Castillo, D., Herrera, R., & Muñoz, J. (Septiembre de 2013). *Análisis de los factores que inciden en los accidentes de tránsito de los que inciden en los accidentes de tránsito del servicio de transporte público interprovincial en el Ecuador*. Obtenido de Universidad Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11179/1/TESES%20-%20AN%C3%81LISIS%20DE%20LOS%20FACTORES%20QUE%20INCIDEN%20EN%20LOS%20ACCIDENTES%20DE%20TR%C3%81NSITO%20DEL%20SERVICIO%20DE%20TRANSPORTACI%C3%93N%20P%C3%9ABLICA%20INTERPROVINCIAL%20EN%20EL%20ECUA>
- Código Orgánico de la función judicial. (2009). Obtenido de <http://www.etapa.net.ec/Portals/0/TRANSPARENCIA/Literal-a2/CODIGO-ORGANICO-DE-LA-FUNCION-JUDICIAL.pdf>
- COIP. (2014). Obtenido de Código Orgánico Integral Penal: https://www.derechoecuador.com/uploads/content/2018/03/file_1521478528_1521478536.pdf.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008).
- Cusco, J., & Picón, K. (2015). *Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG*. Obtenido de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21304/1/TESES.pdf>
- Das, S. &. (2015). Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes. . *Waste Management*, , 43, 9-18.
- Ecuador en Cifras. (2019). Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/cartografia-digital-2010/>
- Edjabou, M. E. (2015). Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. . *Waste Management*, 12-23.
- Eiselt, H. A. (2015). Location modeling for municipal solid waste facilities. *Computers & Operations Research*, Computers & Operations Research, 62, 305-315.
- ESRI. (2016). *Información general sobre el conjunto de herramientas de análisis*. Obtenido de ArcGIS for Desktop: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/network-analyst-toolbox/an-overview-of-the-network-analysis-toolset.htm>
- Gallardo, A. C. (2015). Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. *Waste management*, , 1-11.
- Gallardo, A. C. (2015). Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. . *Waste management*, 1-11.
- Gallardo, A., Bernad, D., Bovea, M., Colomer, F., & Carlos, M. (2010). *Diseño de una herramienta sig para la recogida selectiva de residuos urbanos. aplicación a castellón de la plana*. Obtenido de XIV International Congress on Project Engineering: https://www.aeipro.com/files/congresos/2010madrid/ciip10_1126_1142.2850.pdf
- Gallardo, A., Carlos, M., Peris, M., & Colomer, F. J. (2015). Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. *Waste management*, 36, 1-11.

- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE NARANJAL . (2017). Obtenido de file:///D:/Usuarios/jpinc/Documentos/ORDENANZA%206%20GESTI%C3%93N%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS.pdf
- Gobierno Autonomo Desentralizado del canton Narnjal. (2016). *Compras publicas*. Obtenido de https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/docs/gobierno_municipal_del_canton_naranjal_90236.pdf
- Gobierno de Naranjal . (2018). Obtenido de <http://www.naranjal.gob.ec/index.php/using-joomla/extensions/components/content-component/article-categories/182-ubicacion-geografica>
- Gottinger, H. W. (2018). *Economic models and applications of solid waste management*. Routledge.
- Gottinger, H. W. (2018). *Economic models and applications of solid waste management*. Routledge.
- Grau, J. T. (2015). Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean.
- Greco, G. A. (2015). Drivers of solid waste collection costs. Empirical evidence from Italy. . *Journal of Cleaner Production*, , 106, 364-371.
- Guzmán, M., & Macías, C. (Junio de 2012). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. *Scielo*, 20(39), 237-261. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572012000100009
- Higueras, L. (2010). *Residuos Sólidos, Contaminación y Efecto Del Medio Ambiente En el municipio de la Paz, creación de una norma específica que regule su tratamiento*. Obtenido de Repositorio Institucional UMSA: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12879/T3200.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IPCC. (2019). Obtenido de <https://www.ipcc->
- IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. (2006). *Energy* (Vol. 2). (L. B. Simon Eggleston, Ed.) Hayana Kanagawua: 2006 IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories.
- Jara-Samaniego, J. P.-M.-E. (2017). Composting as sustainable strategy for municipal solid waste management in the Chimborazo Region, Ecuador: Suitability of the obtained composts for seedling production. . *Journal of cleaner production*, 141, 1349-1358.
- Jaunich, M. K.-H. (2016). Characterization of municipal solid waste collection operations. *Resources, Conservation and Recycling*, 114, 92-102.
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington: World Bank. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Kinnaman, T. C. (2017). The economics of residential solid waste management. *Routledge*.

- Kiss, G., & Encarnación, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Redalyc*(79), 39-51. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53907903.pdf>
- Kunitoshi, S. (1980). *Diseño de las rutas de recolección*. Obtenido de Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/curso/disenio/disenio.html>
- Ley de Residuos. (1998). LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. España.
- Ley Orgánica de Salud. (2012). Obtenido de <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec025es.pdf>
- Lozano, Á. G. (2017). Optimización del proceso de recolección de desechos sólidos de la ciudad de Ambato mediante el diseño de un modelo de distribución de redes. *ECA Sinergia*, 8.
- Mapa Naranjal. (2019). <https://www.openstreetmap.org/search?query=naranjal%20guayas#map=15/-2.6767/-79.6190>.
- Meng, X. W. (2018). Multi-agent based simulation for household solid waste recycling behavior. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 535-545.
- Miedema, A. K. (2017). Fundamental economic comparisons of solid waste policy options. . *In The Economics of Residential Solid Waste Management Routledge.*, pp. 21-43).
- Ministerio de Ambiente. (2015). *Ministerio de Ambiente*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/>: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
- Ministerio del Ambiente . (S.f de S.f de S.f). *Programa 'PNGIDS' Ecuador*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Moya, D. A. (2017). Waste-To-Energy Technologies: an opportunity of energy recovery from Municipal Solid Waste, using Quito-Ecuador as case study. *Energy Procedia*, 134, 327-336. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217346660>
- ONU. (21 de 11 de 2017). *Aumenta la generación de residuos en América Latina y el Caribe mientras 145.000 toneladas aún se disponen de forma inadecuada cada día*. Obtenido de Green Economy: <https://www.unenvironment.org/es/news-and-stories/reportajes/aumenta-la-generacion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>
- Pego, D. (s.f.). *Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y la Sociedad*. Obtenido de La Tirajala : <http://latirajala.org/residuos-solidos-urbanos-rsu-y-la-sociedad->
- PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (2010). *CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION*. Obtenido de http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf
- Programa Américas. (2018). *Desarrollo urbano sostenible, reciclaje y el caso de Curitiba*. Obtenido de Biblioteca del congreso nacional de Chile :

<https://www.bcn.cl/observatorio/americas/noticias/desarrollo-urbano-sostenible-reciclaje-y-el-caso-de-curitiba>

- Racero, J., & Pérez, E. (2006). *Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios (Ecoeficiencia)*. Obtenido de Adingor:
http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2006/aprov_distr_transporte//000226_final.pdf
- Rada, E. C. (2016). *Solid waste management: policy and planning for a sustainable society*. CRC Press.
- Reyes, A., Pellegrini, N., & Reyes, R. (Febrero de 2015). El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda, Venezuela. *Redalyc*, 39(86), 157-170.
- Rutkowski, J., & Rutkowski, E. (2015). Expanding worldwide urban solid waste recycling: The Brazilian social technology in waste pickers inclusion. *Waste Management & Research*, 33(12), 1084-1093.
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (Septiembre-Diciembre de 2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Redalycs*(3), 121-135. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/html/737/73737091009/>
- Santacruz, J. (2015). *Análisis del sistema de recolección de residuos de las ciudad de Tulcán en el año 2015*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador:
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10051/ANALISIS%20DEL%20SISTEMA%20DE%20RECOLECCION%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20TULCAN%20EN%20EL%20AÑO%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Scharff, H., & Gronert, R. (Abril de 2015). *Documento guía sobre la reducción de las emisiones de gases invernaderos*. Obtenido de Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial:
http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guia_gas_vertederos/es_def/adjuntos/guia_gas_vertederos.pdf
- SECRETARIA GENERAL DE GOBIERNO . (2005). *PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2005-2007* . Obtenido de Gobierno del Estado de Tamaulipas:
<http://poarchivo.tamaulipas.gob.mx/periodicos/2005/0405/pdf/planes/cxxx-PLAN%20MUNICIPAL-VICTORIA.pdf>
- Segundo Congreso Nacional de cartografía y tecnologías geomaticas. (2016). *El uso de las aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de residuos sólidos domiciliarios*. Obtenido de Cartografía construimos las base para el nuevo milenio:
<http://sitio.cartografia.cl/el-uso-de-las-aplicaciones-sig-para-el-manejo-y-tratamiento-de-residuos-solidos-domiciliarios>
- Shrivastava, P. M. (2015). A Review of Solid Waste Management Techniques Using GIS and Other Technologies. In *Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), 2015 International Conference on*, (pp. 1456-145.
- Solíz Torres, M. F. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador.

- Suthar, S. &. (2015). Suthar, S., & Singh, P. (2015). Household solid waste generation and composition in different family size and socio-economic groups: A case study. . *Sustainable Cities and Society*, 14, 56-63.
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982). *Recolección de Desechos Sólidos*. Obtenido de Desechos Sólidos - Principios de Ingeniería y Administración: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/cursos/desechos/desec-06.html>
- United States Environmental Protection Agency. (Diciembre de 2018). *Greenhouse Gases Equivalencies Calculator - Calculations and References*. Obtenido de EPA: https://search.epa.gov/epasearch/?querytext=calculator&areaname=&areacontacts=&areasearchurl=&typeofsearch=epa&result_template=2col.ftl#/
- Universidad Nacional Del Mar del Plata. (14 de Abril de 2016). *La basura: consecuencias ambientales y desafíos*. Obtenido de Facultad de Ciencias Economicas y Ambientales: <https://eco.mdp.edu.ar/institucional/eco-enlaces/1611-la-basura-consecuencias-ambientales-y-desafios>
- Velázquez-Gutiérrez, J. (2014). Constitucionalismo verde en Ecuador: Derechos de la Madre Tierra y Buen Vivir. *Entramado*, 220-238.
- Véle, M., & Montoya, J. (2007). Metaheurísticos: una alternativa para la solución de problemas combinatorios en administración de operaciones. *Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq*(7). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000200009
- XATAKANDROID. (2019). Obtenido de <https://www.xatakandroid.com/navegacion-y-mapas/aplicaciones-android-deportes-oruxmaps>
- Zhou, C. H. (2015). Modeling the carbon cycle of the municipal solid waste management system for urban metabolism. *Ecological modelling*, 318, 150-156.