



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE  
LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CENTRO  
CANTONAL TAISHA EN LA PROVINCIA DE MORONA  
SANTIAGO**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:** DIEGO GONZALO SHAGUI MIRANDA

**DIRECTOR:** Ing. MIGUEL ANGEL OSORIO RIVERA MSc.

Macas-Ecuador

2022

**© 2022, Diego Gonzalo Shagui Miranda**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, DIEGO GONZALO SHAGUI MIRANDA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 8 de Junio de 2022



**Diego Gonzalo Shagui Miranda**

**1401294127**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

El tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico: **OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CENTRO CANTONAL TAISHA EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO** realizado por el señor **DIEGO GONZALO SHAGUI MIRANDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

|   | <b>FIRMA</b>   | <b>FECHA</b> |
|---|--|--------------|
| Ing. Rogelio Estalin Ureta Valdez MSc.<br><b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>                      |   | 2022-06-08   |
| Ing. Miguel Ángel Osorio Rivera MSc.<br><b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b> |  | 2022-06-08   |
| Ing. Ximena Rashell Cazorla Vinueza MSc.<br><b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>                       |  | 2022-06-08   |

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico principalmente a papá Dios y a la Virgen Purísima de Macas, por haberme bendecido con salud y vida durante todo este proceso universitario, brindándome sabiduría y ética para obtener uno de mis anhelos más deseados. De la misma manera lo dedico a mis padres Gonzalo y Ana; por su amor, trabajo, sacrificio y confianza depositada en mí. A todos mis hermanos; especialmente a Fernando, quien ha sido como un segundo padre y siempre está en cada uno de mis logros, sobre todo por enseñarme que el respeto y el cariño se lo gana con cada acto que uno realiza. Y por último lo dedico a un ángel que tengo en el cielo: abuelito Diego, sus consejos siempre los llevo conmigo en especial el que decía: “hijo mío nunca dejes que el estudio te domine, sino tú tienes que dominarlo y podrás lograr muchas cosas, porque sin educación un hombre no es nada”

*Diego*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar un agradecimiento infinito a Dios por ser el principal guía en mi diario caminar, de la misma manera agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme ser parte de tan prestigiosa institución, así mismo a cada uno de mis docentes ya que por medio de sus enseñanzas y conocimientos impartieron ciencia a cada uno de sus alumnos. Al Ingeniero Miguel Osorio por formar parte de este trabajo como director de tesis, por guiarme no solo en la elaboración de este trabajo sino a lo largo de la carrera universitaria y brindarme el apoyo para crecer y desarrollar conocimientos profesionales. De igual manera a la ingeniera Rashell Cazorla por ser parte del miembro del tribunal y por su ayuda brindada para que este trabajo se desarrolle de la mejor manera. De la misma manera agradezco a todo el personal de recolección de la Unidad de Manejo integral de Residuos Sólidos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Taisha por su ayuda brindada en el estudio.

*Diego*

## TABLA DE CONTENIDOS

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS .....      | x    |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....    | xi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....     | xii  |
| INDICE DE ECUACIONES .....  | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....      | xiv  |
| ÍNDICE DE ABREVIATURAS..... | xv   |
| RESUMEN .....               | xvi  |
| ABSTRACT .....              | xvii |
| INTRODUCCIÓN .....          | 1    |

### CAPÍTULO I

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ..... | 3 |
|-----------------------------------|---|

### CAPÍTULO II

|   |   |
|---|---|
| 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....   | 5 |
| 2.1. Antecedentes .....                                     | 5 |
| 2.2. Bases teóricas .....                                   | 6 |
| 2.2.1. <i>Desecho sólido</i> .....                          | 6 |
| 2.2.2. <i>Clasificación de los desechos sólidos</i> .....   | 6 |
| 2.2.2.1. <i>Desecho sólido domiciliario</i> .....           | 6 |
| 2.2.2.2. <i>Desecho sólido comercial</i> .....              | 7 |
| 2.2.2.3. <i>Desecho sólido de demolición</i> .....          | 7 |
| 2.2.2.4. <i>Desechos sólidos de barrido de calles</i> ..... | 7 |
| 2.2.2.5. <i>Desechos sólidos hospitalarios</i> .....        | 7 |
| 2.2.2.6. <i>Desecho sólido institucional</i> .....          | 7 |
| 2.2.2.7. <i>Desecho sólido industrial</i> .....             | 8 |
| 2.2.3. <i>Residuo sólido</i> .....                          | 8 |
| 2.2.4. <i>Clasificación de los residuos sólidos</i> .....   | 8 |
| 2.2.4.1. <i>Según la peligrosidad</i> .....                 | 8 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 2.2.4.2.  | <i>Según el origen</i> .....                                     | 8  |
| 2.2.4.3.  | <i>Según su composición</i> .....                                | 9  |
| 2.2.5.    | <b>Residuos sólidos urbanos</b> .....                            | 9  |
| 2.2.5.1.  | <i>Composición de los residuos sólidos urbanos</i> .....         | 9  |
| 2.2.6.    | <b>Propiedades de los residuos sólidos urbanos</b> .....         | 10 |
| 2.2.6.1.  | <i>Propiedades físicas</i> .....                                 | 10 |
| 2.2.6.2.  | <i>Propiedades químicas</i> .....                                | 10 |
| 2.2.6.3.  | <i>Propiedades biológicas</i> .....                              | 10 |
| 2.2.7.    | <b>Producción per-cápita</b> .....                               | 11 |
| 2.2.8.    | <b>Etapas del manejo de residuos sólidos</b> .....               | 11 |
| 2.2.8.1.  | <i>Generación</i> .....  | 11 |
| 2.2.8.2.  | <i>Almacenamiento</i> .....                                      | 11 |
| 2.2.8.3.  | <i>Recolección y transporte</i> .....                            | 12 |
| 2.2.8.4.  | <i>Transferencia</i> .....                                       | 12 |
| 2.2.8.5.  | <i>Tratamiento</i> .....   | 12 |
| 2.2.8.6.  | <i>Disposición final</i> .....                                   | 12 |
| 2.2.9.    | <b>Vehículo destinado a la recolección</b> .....                 | 12 |
| 2.2.9.1.  | <i>Camión recolector con caja compactadora</i> .....             | 13 |
| 2.2.9.2.  | <i>Camión recolector con caja cerrada sin compactación</i> ..... | 13 |
| 2.2.9.3.  | <i>Camión para contenedores de gran capacidad</i> .....          | 13 |
| 2.2.9.4.  | <i>Camión de caja abierta</i> .....                              | 13 |
| 2.2.9.5.  | <i>Otros tipos de vehículos</i> .....                            | 13 |
| 2.2.10.   | <b>Rutas de recolección</b> .....                                | 13 |
| 2.2.11.   | <b>Tipo de rutas de recolección</b> .....                        | 14 |
| 2.2.11.1. | <i>Microrutas</i> .....  | 14 |
| 2.2.11.2. | <i>Macrorutas</i> .....  | 14 |
| 2.2.12.   | <b>Trazos de rutas de recolección</b> .....                      | 14 |
| 2.2.12.1. | <i>Peine</i> .....   | 14 |
| 2.2.12.2. | <i>Doble peine</i> .....   | 15 |
| 2.2.13.   | <b>Frecuencia de recolección</b> .....                           | 15 |
| 2.2.14.   | <b>Tipos de frecuencia de recolección</b> .....                  | 15 |
| 2.2.14.1. | <i>Recolección diaria</i> .....                                  | 15 |
| 2.2.14.2. | <i>Recolección cada tercer día</i> .....                         | 15 |
| 2.2.14.3. | <i>Recolección dos veces por semana</i> .....                    | 15 |
| 2.3.      | <b>Bases conceptuales</b> .....                                  | 16 |
| 2.3.1.    | <b>Desecho</b> .....   | 16 |
| 2.3.2.    | <b>Residuo</b> .....   | 16 |



|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.3.3.  | <i>Ambiente</i> .....   | 16 |
| 2.3.4.  | <i>AutoCAD</i> .....  | 16 |
| 2.3.5.  | <i>ArcGIS</i> .....   | 16 |
| 2.3.6.  | <i>Celda emergente para desechos y residuos sólidos no peligrosos</i> .....       | 17 |
| 2.3.7.  | <i>Celda emergente para desechos sanitarios</i> .....                             | 17 |
| 2.3.8.  | <i>Relleno sanitario</i> .....  | 17 |
| 2.3.9.  | <i>Botadero de basura</i> .....   | 17 |
| 2.3.10. | <i>Lixiviado</i> .....  | 17 |
| 2.3.11. | <i>Vía pública</i> .....  | 18 |
| 2.3.12. | <i>Avenida</i> .....  | 18 |
| 2.3.13. | <i>Calle</i> .....  | 18 |
| 2.3.14. | <i>Rutas</i> .....  | 18 |
| 2.3.15. | <i>Reciclaje</i> .....  | 18 |
| 2.3.16. | <i>Metano</i> .....   | 18 |
| 2.3.17. | <i>Geomembrana</i> .....  | 19 |
| 2.3.18. | <i>Tiempos muertos de recolección</i> .....                                       | 19 |
| 2.3.19. | <i>Gestión integral de los residuos</i> .....                                     | 19 |
| 2.3.20. | <i>Contenedor</i> .....   | 19 |
| 2.3.21. | <i>Emisión</i> .....  | 19 |
| 2.3.22. | <i>Suelo</i> .....  | 19 |
| 2.3.23. | <i>Cierre técnico de botaderos</i> .....  | 20 |
| 2.4.    | <b>Base legal</b> .....   | 20 |
| 2.4.1.  | <i>Constitución de la República del Ecuador</i> .....                             | 20 |
| 2.4.2.  | <i>Código Orgánico del Ambiente</i> .....   | 20 |
| 2.4.3.  | <i>Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD</i> .....                  | 21 |
| 2.4.4.  | <i>Ordenanza que regula el manejo de residuos sólidos del cantón Taisha</i> ..... | 21 |

### CAPÍTULO III

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.     | <b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....                                 | 22 |
| 3.1.   | <b>Area de estudio</b> .....                                    | 22 |
| 3.2.   | <b>Caracterización de residuos</b> .....                        | 23 |
| 3.2.1. | <i>Cálculo de la población actual</i> .....                     | 23 |
| 3.2.2. | <i>Calculo de la muestra</i> .....                              | 25 |
| 3.2.3. | <i>Distribución de las muestras en la zona de estudio</i> ..... | 25 |
| 3.2.4. | <i>Materiales a utilizar</i> .....                              | 26 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 3.2.5.   | <i>Socialización del estudio y toma de muestras</i> .....                       | 27 |
| 3.2.6.   | <i>Parámetros por determinar</i> .....  | 27 |
| 3.2.6.1. | <i>Generación o producción per cápita (PPC)</i> .....                           | 28 |
| 3.2.6.2. | <i>Composición</i> .....  | 28 |
| 3.2.6.3. | <i>Densidad</i> .....   | 30 |
| 3.3.     | <b>Metodología del sistema de rutas de recolección</b> .....                    | 30 |
| 3.4.     | <b>Reconocimiento de la ruta actual</b> .....                                   | 33 |
| 3.5.     | <b>Recolección de datos espaciales</b> .....                                    | 37 |
| 3.6.     | <b>Datos de los campos de la tabla de atributos del archivo shapefile</b> ..... | 42 |
| 3.6.1.   | <i>Nombre</i> .....   | 42 |
| 3.6.2.   | <i>Categoría y Jerarquía</i> .....  | 42 |
| 3.6.3.   | <i>F_Nodo y T_Nodo</i> .....  | 42 |
| 3.6.4.   | <i>FT_minutos y TF_minutos</i> .....  | 43 |
| 3.6.5.   | <i>Oneway</i> .....   | 43 |
| 3.7.     | <b>Creación de Geodatabase y Network Dataset</b> .....                          | 44 |

## CAPÍTULO IV

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.     | <b>RESULTADOS</b> .....  | 53 |
| 4.1.   | <b>Parámetros analizados en la caracterización de residuos sólidos</b> ..... | 53 |
| 4.1.1. | <i>PPC</i> .....   | 53 |
| 4.1.2. | <i>Composición</i> .....   | 56 |
| 4.1.3. | <i>Densidad</i> .....  | 58 |
| 4.2.   | <b>Optimización de rutas de recolección</b> .....                            | 60 |
| 4.3.   | <b>Determinación del tiempo efectuado en la recolección</b> .....            | 61 |
| 4.4.   | <b>Determinación del nuevo sistema de rutas</b> .....                        | 62 |
| 4.5.   | <b>Análisis comparativo entre la ruta actual y la ruta propuesta</b> .....   | 66 |

|  |                           |    |
|--|---------------------------|----|
|  | <b>CONCLUSIONES</b> ..... | 68 |
|--|---------------------------|----|

|  |                              |    |
|--|------------------------------|----|
|  | <b>RECOMENDACIONES</b> ..... | 70 |
|--|------------------------------|----|

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Tabla 1-3.</b>  | Proyección de la población urbana del Cantón Taisha .....                       | 24 |
| <b>Tabla 2-3.</b>  | Lista de EPP y materiales utilizados.....                                       | 27 |
| <b>Tabla 3-3.</b>  | Composición de los residuos sólidos.....  | 29 |
| <b>Tabla 4-3.</b>  | Nombre de las avenidas y calles con sentido de vías.....                        | 33 |
| <b>Tabla 5-3.</b>  | Descripción del recorrido de recolección actual .....                           | 35 |
| <b>Tabla 6-3.</b>  | Coordenadas UTM de los puntos de control .....                                  | 38 |
| <b>Tabla 7-3.</b>  | Campos de la tabla de atributos del shp de vías.....                            | 42 |
| <b>Tabla 8-3.</b>  | Tabla de categoría y jerarquía .....  | 42 |
| <b>Tabla 9-3.</b>  | Límites de velocidad para vehículos de carga .....                              | 43 |
| <b>Tabla 1-4.</b>  | Cantidad de residuos sólidos generados en el centro cantonal Taisha .....       | 53 |
| <b>Tabla 2-4.</b>  | PPC de área urbano de Taisha .....  | 54 |
| <b>Tabla 3-4.</b>  | PPC de materia orgánica e inorgánica de Taisha.....                             | 55 |
| <b>Tabla 4-4.</b>  | Proyección de la generación diaria de residuos sólidos .....                    | 55 |
| <b>Tabla 5-4.</b>  | Pesos y porcentajes de los diferentes componentes de los residuos sólidos ..... | 57 |
| <b>Tabla 6-4.</b>  | Densidad de los residuos sólidos del centro Cantonal Taisha.....                | 59 |
| <b>Tabla 7-4.</b>  | Determinación del tiempo empleado en la recolección de residuos sólidos .....   | 61 |
| <b>Tabla 8-4.</b>  | Descripción del sistema de rutas propuesto .....                                | 64 |
| <b>Tabla 9-4.</b>  | Comparación de distancia recorrida .....  | 66 |
| <b>Tabla 10-4.</b> | Comparación de resultados en la optimización de rutas de recolección .....      | 67 |
| <b>Tabla 11-4.</b> | Especificaciones técnicas del camión de recolección .....                       | 67 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Gráfico 1-3.</b> | Método del cuarteo.....                                 | 29 |
| <b>Gráfico 1-4.</b> | Generación diaria de residuos sólidos .....             | 54 |
| <b>Gráfico 2-4.</b> | Porcentaje de composición de los residuos sólidos ..... | 58 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Figura 1-3.</b>  | Delimitación geográfica del Cantón Taisha .....                           | 22 |
| <b>Figura 2-3.</b>  | Distribución de las muestras a monitorear .....                           | 26 |
| <b>Figura 3-3.</b>  | Plano catastral del centro cantonal Taisha .....                          | 31 |
| <b>Figura 4-3.</b>  | Señalización de la red vial del centro cantonal Taisha .....              | 32 |
| <b>Figura 5-3.</b>  | Recorrido actual del sistema de recolección de desechos sólidos .....     | 34 |
| <b>Figura 6-3.</b>  | Selección del sistema de coordenadas a utilizar.....                      | 38 |
| <b>Figura 7-3.</b>  | Delimitación de longitud y latitud .....                                  | 39 |
| <b>Figura 8-3.</b>  | Selección de un mapa base .....   | 39 |
| <b>Figura 9-3.</b>  | Crear nuevo shapefile .....   | 40 |
| <b>Figura 10-3.</b> | Habilitar edición .....   | 40 |
| <b>Figura 11-3.</b> | Crear nuevos campos en un shp.....  | 41 |
| <b>Figura 12-3.</b> | Vialidad del Centro Cantonal Taisha .....                                 | 41 |
| <b>Figura 13-3.</b> | Representación gráfica de los nodos iniciales y finales .....             | 43 |
| <b>Figura 14-3.</b> | Representación del sentido de vías .....                                  | 44 |
| <b>Figura 15-3.</b> | Habitación para editar cualquier archivo shp .....                        | 44 |
| <b>Figura 16-3.</b> | División de intersección de líneas.....                                   | 44 |
| <b>Figura 17-3.</b> | División por segmentos de líneas.....                                     | 45 |
| <b>Figura 18-3.</b> | New file Geodatabase .....  | 45 |
| <b>Figura 19-3.</b> | Creación del Feature Dataset .....  | 46 |
| <b>Figura 20-3.</b> | Exportar el shp de los segmentos de vías dentro del Feature Dataset ..... | 46 |
| <b>Figura 21-3.</b> | Exportar el archivo shp dentro del Feature Dataset.....                   | 47 |
| <b>Figura 22-3.</b> | Visualización de las extensiones activas .....                            | 47 |
| <b>Figura 23-3.</b> | Network Dataset .....   | 48 |
| <b>Figura 24-3.</b> | Campo de configuración en Network Dataset.....                            | 48 |
| <b>Figura 25-3.</b> | Campo de configuración en Network Dataset.....                            | 49 |
| <b>Figura 26-3.</b> | Campo de configuración en Network Dataset.....                            | 49 |
| <b>Figura 27-3.</b> | Campo de Configuración en Network Dataset.....                            | 49 |
| <b>Figura 28-3.</b> | Campo de configuración en Network Dataset.....                            | 50 |
| <b>Figura 29-3.</b> | Delimitación de Junctions.....  | 50 |
| <b>Figura 30-3.</b> | Análisis de redes .....   | 51 |
| <b>Figura 31-3.</b> | Generación de rutas .....   | 52 |
| <b>Figura 1-4.</b>  | Puntos estratégicos de recolección diaria de residuos .....               | 60 |
| <b>Figura 2-4.</b>  | Primer recorrido de recolección de residuos sólidos .....                 | 62 |
| <b>Figura 3-4.</b>  | Segundo recorrido de recolección de residuos .....                        | 63 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Ecuación 1.</b> | Cálculo de la población final .....                                     | 23 |
| <b>Ecuación 2.</b> | Tasa de crecimiento intercensal .....                                   | 23 |
| <b>Ecuación 3.</b> | Determinación del número de muestras .....                              | 25 |
| <b>Ecuación 4.</b> | Producción per cápita.....  | 28 |
| <b>Ecuación 5.</b> | Cálculo del porcentaje de los componentes de los residuos sólidos ..... | 29 |
| <b>Ecuación 6.</b> | Cálculo de la densidad .....  | 30 |

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A.** SOLICITUD PARA OBTENER INFORMACIÓN EN EL GADM-TAISHA
- ANEXO B.** RECORRIDO EN EL VEHÍCULO DE RECOLECCIÓN
- ANEXO C.** DELIMITACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE RUTAS
- ANEXO D.** TRAZADO DEL NUEVO SISTEMA DE RUTAS EN AUTOCAD
- ANEXO E.** NUEVO SISTEMA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN
- ANEXO F.** VEHÍCULO DE RECOLECCIÓN
- ANEXO G.** DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS
- ANEXO H.** RELLENO SANITARIO DE TAISHA
- ANEXO I.** DOCUMENTO DE ACEPTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE RUTAS
- ANEXO J.** RECOLECCIÓN DE LAS BOLSAS DE BASURA DE LOS HOGARES
- ANEXO K.** CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

|               |   |
|---------------|---|
| <b>INEC</b>   | Instituto Nacional de Estadística y Censos  |
| <b>PDOT</b>   | Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial   |
| <b>GADMT</b>  | Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Taisha                                   |
| <b>UMIRS</b>  | Unidad de Manejo Integral de Residuos Sólidos   |
| <b>NAE</b>    | Nacionalidad Achuar del Ecuador   |
| <b>NASHE</b>  | Nacionalidad Shuar del Ecuador  |
| <b>FICSH</b>  | Federación Interprovincial de Centros Shuar   |
| <b>COA</b>    | Código Orgánico del Ambiente  |
| <b>SIG</b>    | Sistemas de Información Geográfica  |
| <b>PET</b>    | Tereftalato de polietileno  |
| <b>PPC</b>    | Producción Per cápita   |
| <b>RSU</b>    | Residuos Sólidos Urbanos  |
| <b>COOTAD</b> | Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y<br>Descentralización de Ecuador |
| <b>CEPIS</b>  | Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente                     |
| <b>EPP</b>    | Equipo de Protección Personal   |
| <b>UTM</b>    | Universal Transverse Mercator   |



## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue establecer la caracterización de los residuos sólidos del centro cantonal Taisha y a su vez determinar un adecuado sistema de rutas de recolección por medio del software ArcGIS y AutoCAD. La delimitación de rutas apropiadas para el recorrido dentro del área urbana se realizó en ArcGIS 10.5 por medio de su hoja de trabajo ArcMap y con herramientas como Network Datashape y Network Analyst para posterior a ello ser dibujado en AutoCAD. Por otra parte, la metodología para el estudio de caracterización de residuos sólidos fue la utilizada en los países de la región de América Latina y el Caribe, la misma que fue propuesta por el doctor Kunitoshi Sakurai en 1982. Como resultado en relación con la optimización de rutas de recolección se obtuvo que la ruta actual recorre 21,53 kilómetros en un tiempo de 357,33 minutos; y la ruta propuesta recorre 24,8 kilómetros en 406 minutos, tomando en consideración que el principal inconveniente en la ruta actual se radicaba en no respetar el sentido de las vías, pudiendo generar un accidente de tránsito o ser sancionado por las autoridades de control. Dentro del área urbana se estableció que la producción per cápita es de 0,70 kilogramos por habitante por día (kg/hab/día). Se concluyó que el componente de residuos que más se generó en Taisha es la materia orgánica, siendo un total de 40,1 % en relación con todos los residuos. En el nuevo sistema de recolección se consideró que el 100% de su recorrido respete el sentido de vialidad. Se recomienda principalmente al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Taisha (GADMT) la adquisición de un camión de recolección apropiado para el trabajo, capacitar al personal de recolección y sobre todo precautelar la salud de los trabajadores.

**Palabras clave:** <RESIDUOS SÓLIDOS>, <RUTAS DE RECOLECCIÓN>, <ÁREA URBANA>, <OPTIMIZACIÓN>, <PRODUCCIÓN PER CÁPITA>, <VIALIDAD>.



1322-DBRA-UTP-2022

## **ABSTRACT**

This study aims to determine solid waste characterization in Taisha canton and a proper collection route system through ArcGIS software and AutoCAD. To delineate the proper path in the urban area it was used ArcGIS 10.5 through its worksheet ArcMap and tools like Network Dataspace and Network Analyst, further, to be designed in AutoCAD. Furthermore, the method which was based the characterization study of solid waste, was the one used in Latin America and the Caribbean, the same one proposed by the doctor Kunitoshi Sakurai in 1982. As a result of the optimization of the collection route, the current one takes 357,33 minutes to walk for 21,53 kilometers; instead, the proposed route consists in 24,8 kilometers to complete in 406 minutes, considering that the main inconvenient in the current route resided in not flouting the direction of lanes, and thus may cause a car accident or be notified to the supervisory authorities. In the urban area was determined that the production per capita is 0,70 kilograms per inhabitant per day (kg/inhab/day). In conclusion, the waste component which most was produced in Taisha is the organic matter, being a total of 40,1 % compared to the other residues. In the new collection system, it was considered that 100% of the route would respect the direction of traffic regulations. It is recommended firstly to the Autonomous Decentralized Municipal Government (ADMG) to acquire a garbage collector, train the collection staff and especially protect health workers.

Keywords: <SOLID WASTE>, <COLLECTION ROUTES>, <URBAN AREA>, <OPTIMIZATION>, <PER CAPITA PRODUCTION>, <TRAFFIC REGULATIONS>.



## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia la ciencia y la tecnología se han convertido en armas muy poderosas para el desarrollo social, cultural, y económico llegando a tal punto de ser una herramienta fundamental en la vida actual (Cadeño, 2001, p. 72). No solo son armas poderosas sino que también son peligrosas debido a que estos factores son responsables de la crisis ambiental por la cual está pasando el planeta Tierra y su afectación directa a la humanidad y a la propia naturaleza por sus acciones de generación de productos con muy corto tiempo de vida ocasionando de esta manera residuos (Bolaños et al., 2015, p. 7).

Los residuos sólidos en los últimos años ha llegado a convertirse en un problema considerable a nivel mundial que es necesario tratar para evitar grandes inconvenientes provocando afectaciones a los recursos agua, suelo, aire y seres vivos (Melo, 2014, pp. 89-90). Cuando el manejo de los residuos sólidos no es llevado a cabo de manera correcta puede ocasionar daños y problemas ambientales relacionados al cambio de usos de suelo, lixiviados, afectación a la salud de los habitantes, generación de malos olores y emanación de gases altamente tóxicos (Sáez y Urdaneta, 2014, p. 122), por lo tanto en los países en desarrollo surge una inestabilidad inducida por los residuos sólidos como producto del acelerado crecimiento de la población, desarrollo tecnológico e industrial (Cruz y Ojeda, 2013, p. 7).

De acuerdo con la información que proporciona el (INEC, 2018) menciona que hasta el año 2016 cada ciudadano ecuatoriano era responsable de generar un promedio de 0,58 kilogramos de residuos sólidos en el área urbana. En el Ecuador existen 221 gobiernos autónomos descentralizados municipales, de los cuales 115 municipios disponen los residuos en rellenos sanitarios, y su diferencia aún dispone en botaderos de basura a cielo abierto, lo que genera afectaciones directas a los recursos naturales y a la vida (Guevara, 2019, p. 2). Muchos de los Gobiernos autónomos municipales no ejecutan a cabalidad el adecuado manejo de los residuos sólidos y alguno de ellos no tienen establecidos un adecuado sistema tecnificado de las rutas de recolección de residuos sólidos y el cantón Taisha es uno de aquellos.

El cantón Taisha se encuentra ubicado en la región Amazónica entre el Río Pastaza, la cordillera del Kutukú y la frontera Sur con el Perú (Carrión, 1999, p. 8), cuanta con 5 parroquias: Macuma, Taisha, Huasaga, Pumpuentza y Tuutinentza. Además es uno de los 12 cantones que comprende la Provincia de Morona Santiago y esta considerado como el cantón más extenso de la provincia con una superficie de 6.150,44 kilómetros cuadrados (PDOT-MS, 2019, p. 175). El mencionado cantón es un territorio poblado ancestralmente por pueblos shuar y achuar, pero a lo largo del tiempo se ha evidenciado la llegada de ciudadanos mestizos (GADM-TAISHA, 2003, pp. 12-13).

Actualmente se puede apreciar un crecimiento drástico de la población en el casco Urbano del cantón Taisha, y esto se debe principalmente a la llegada de ciudadanos de otras ciudades del

Ecuador por la facilidad de acceso, ya que Taisha hoy en día cuenta con la conexión vial desde la troncal amazónica conectando con Ebenezer, Macuma y Taisha. Por ende concuerda lo que atribuye (Flores et al., pp. 1-3) que con una mayor cantidad de población existe una mayor demanda de alimentos y mayor producción de residuos y desechos.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Taisha es el responsable del manejo y gestión de los residuos sólidos en el cantón y de mantener un adecuado sistema de rutas de recolección, pero por la situación del crecimiento demográfico y la delimitación del sistema de rutas establecidas por parte de la Unidad de tránsito, transporte terrestre y seguridad vial, la ruta que se encuentra establecida no es suficiente para albergar en su totalidad al cantón, por otra parte la ruta actual que utiliza la Unidad de Manejo Integral de Residuos Sólidos de la institución presenta una serie de inconsistencias y anomalías, basándose esencialmente a la mala asignación de la cuadrilla, tiempos muertos, acceso a vías unidireccionales en sentido contrario y a la formación de botaderos de basura a cielo abierto en diferentes sitios de la localidad que no se encuentran establecidos peor aún autorizados por la autoridad competente .

Por lo tanto, por medio del presente estudio se pretende establecer la caracterización de los residuos y determinar un adecuado sistema de rutas de recolección de residuos, por medio del cual se va a minimizar los tiempos muertos de recolección y sobre todo respetar el sentido de la red vial que ya se encuentra establecido por la Unidad de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Taisha, y con una adecuada limitación de rutas no solo se rectificaría lo mencionado anteriormente, sino que también podría mejorar los tiempos, consumo de recursos, efectos de contaminación ambiental e impacto visual ocasionado por la acumulación de basura en zonas no autorizadas en el centro de la ciudad.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En la actualidad y a nivel mundial la generación de residuos sólidos se ha convertido en una de las mayores problemáticas en ascenso del deterioro del ambiente, debido a su volumen de generación o simplemente por las distintas composiciones de la basura (Esparza, 2020, pp. 357-358). Según datos otorgados en un informe por el (Banco Mundial, 2018) hasta el año 2016 a nivel de todo el mundo se generó más de 2.000 millones de basura y si no se adoptan medidas urgentes para disminuir el consumismo de los recursos e implementar políticas de economía circular por medio del reuso y el reciclaje se estaría pronosticando para el año 2050 un crecimiento del 70% en la generación de basura; recalando que esta problemática empezó cuando la sociedad se volvió consumista debido al ambiente comercial de los distintos productos que facilitaron el estido de vida de la humanidad (Molina, 2013, p. 1).

Los residuos sólidos que se generan a nivel del Ecuador ocasionan una significativa fuente de contaminación a los recursos agua, suelo, aire y con un alto riesgo de propagar enfermedades a la salud pública de manera directa o por vectores contaminantes (PNGIDS, 2020, pp. 1-2), además cabe mencionar que en el año 2019 en el sector urbano cada habitante generaba 0,84 kg de residuos por día y se recolectó en promedio 12.671,18 toneladas diarias de residuos sólidos, de las cuales el 86,5 % fue recolectada de manera no diferenciada y apenas el 13,5 % tuvo una recolección diferenciada (Argüello y Cando, 2020).

Taisha fue constituido como cantón mediante la ley de creación publicado en el registro oficial N° 977 del viernes 28 de Junio de 1996 (González et al., 2013, p. 83) y desde aquella fecha la institución viene laborando con el objetivo de mejorar y potencializar al cantón Taisha, por medio de la implementación de nuevas áreas que corroboran y sustentan el bienestar de la población. Desde su creación como cantón hasta la actual fecha se ha podido evidenciar cambios y grandes avances para Taisha, como por ejemplo: la conexión vial y el tendido eléctrico.

Actualmente se puede evidenciar de manera clara un crecimiento drástico en la población del casco urbano de Taisha y todo aquello está asociado principalmente a la facilidad de acceso por vía terrestre, al igual que el incremento en las tasas de natalidad e inclusive se ha incrementado la movilidad del campo a la ciudad; por lo tanto con una mayor cantidad de ciudadanos existe una mayor demanda de alimentos y como resultado se tiene mayor producción de residuos y desechos (Flores et al., pp 1-3).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Taisha (GADMT) es el responsable del manejo y gestión de los residuos sólidos en el cantón y la institución municipal cuenta con un botadero de basura en operación con una celda de confinamiento de desechos sólidos en su fase

final de cumplir su vida útil (GAD-TAISHA, 2019, p. 8), además los procesos de almacenamiento, recolección y transporte de los residuos no se realizan de manera eficiente y técnica.

Ante esta situación, la problemática se enfoca principalmente en el aumento del índice poblacional urbano del cantón Taisha, debido a este contexto las rutas de recolección que se encontraban establecidas por la Unidad de Manejo Integral de Residuos Sólidos (UMIRS) del GADMT ya no alberga en su totalidad a las viviendas que se han construido en los últimos años, es por ello que se necesita establecer nuevas rutas de recolección tomando en cuenta todas las calles y avenidas del casco urbano del cantón Taisha estableciendo y haciendo respetar la asignación al doble sentido y unidireccionalidad de las vías establecidas por la Unidad de Tránsito del GADMT, ya que se está incumpliendo por medio de la invasión de vías a los estatutos que se encuentran dentro de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial, y de esta forma establecer que el vehículo recolector respete el sentido de las vías y no circule por el mismo punto varias veces o por zonas innecesarias lo que retrasa el sistema de recolección y ocasiona acumulación de basura y desprendimiento de malos olores en otros sitios; dando como resultado que se minimice los tiempos muertos, tiempos de recolección y el mejoramiento del sistema de recolección lo que beneficia a todo el casco urbano de Taisha y genera una nueva imagen de la ciudad.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Implementar rutas óptimas de recolección de los residuos sólidos urbanos considerando la red vial del centro cantonal Taisha.

### **Objetivo específico**

- Determinar la caracterización y composición física de los residuos sólidos del Cantón Taisha.
- Comparar el sistema de recolección vigente y la propuesta basada en un modelamiento de software ArcGIS y AutoCAD.
- Socializar la nueva propuesta de rutas de recolección con los técnicos del área ambiental y las Autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Taisha del tal forma que pueda ser aceptado para su intervención en la cabecera cantonal.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Antecedentes

El cantón Taisha cuenta con 5 parroquias y más de 167 comunidades distribuidas en todo su extensión territorial, y sus organizaciones: NAE, NASHE, FICSH y mestizos determinan a través de sus representantes acuerdos y lineamientos políticos en beneficio del cantón y de sus comunidades. (GADM-TAISHA, 2011). Este cantón es uno de los 12 que conforma la provincia de Morona Santiago en la Amazonía Ecuatoriana limitando con el hermano país del Perú, además posee una altitud de 510 m.s.n.m. con una extensión de 6.150,44 km<sup>2</sup> (COMAGA, 2008, pp. 70-71), y de acuerdo al plan de ordenamiento territorial del mismo cantón se establece que hasta el año 2019 presentó una población de 26.408 habitantes (GADM-TAISHA, 2019b). En conformidad a lo que establece el Código Orgánico del Ambiente en su artículo N° 231 literal 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”. (COA, 2017, p. 62).

Pero según información otorgada en el (PDOT-MS, 2019) el cantón Taisha ofrece el servicio de recolección y eliminación de basura en un 6% de los hogares, y todo esto tiene relación debido a que Taisha no cuenta con acceso vial a todas sus distintas comunidades e inclusive el sistema de puentes y la red vial dificulta el ingreso y delimita la recolección de basura en su totalidad, es por ello que apenas la cabecera cantonal, San José, San Luis y Tuutinetza cuentan con este servicio. Durante los últimos 5 años el Cantón Taisha a sufrido cambios drásticos, especialmente en el aumento de la población en el casco urbano debido a diferentes actividades económicas que se desarrollan, por otra parte con el aumento del índice poblacional también incrementa la construcción de viviendas y la generación de desechos y basura, provocando una saturación en la ruta que se encontraba establecida y dificultando aún más la transición del vehículo por la delimitación del sentido de vías en la ciudad que se estableció hace 4 años respectivamente.

Análogos estudios al que se desarrolló en el casco Urbano del cantón Taisha también fueron realizados en distintas ciudades del país y a nivel de Latino América, por consiguiente, se menciona brevemente alguno de ellos y sus beneficios otorgados en la investigación:

(Minga y Zhiminaycela, 2019) en su estudio denominado “*Optimización de las rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del centro cantonal Sigsig*” trabajaron con las herramientas Network DataShape y Network Analyst del software ArcGis 10.1 para poder diseñar y modelar redes de transporte mediante un sistema vial que minimice tiempos con sus respectivas restricciones de circulación y de esta forma establecer la ruta de recolección de los residuos sólidos urbanos, a su vez también aportaron información relevante como lo es la caracterización de los residuos.

De igual manera (Cusco y Picón, 2015) en su trabajo “*Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG*” emplea herramientas SIG para optimizar rutas de recolección y de esta manera poder reducir los costos operativos de recolección, mejorar el servicio a la población y minimizar tiempos.

Por otra parte en el estudio titulado “*Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el distrito Caleta de Carquín*” sus autores (Alvarado y Cabrera, 2020) se enfocaron en recopilar datos e información para establecer un esquema de rutas optimizadas en la recolección de residuos sólidos y reducir costos operativos de recolección, acortar distancias recorridas desde la salida hasta la llegada al relleno sanitario, y fue posible gracias a las herramientas que presenta ArcGIS y de esta forma se pudo maximizar el beneficio para el distrito Caleta de Carquín.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Desecho sólido**

Es todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales no peligrosos, desechos de plazas de mercado, playas, entre otros, con excepción de excretas de origen humano o animal (Libro VI anexo 6, 2015, p. 431 ).

### **2.2.2. Clasificación de los desechos sólidos**

#### **2.2.2.1. Desecho sólido domiciliario**

El que por su naturaleza, cantidad, composición y volumen es generado por distintas actividades en las viviendas o establecimientos (Libro VI anexo 6, 2015, p. 431).



#### *2.2.2.2. Desecho sólido comercial*

Comprende aquel desecho que se genera en establecimientos comerciales o mercantiles, tales como: tiendas de abarrotes, almacenes, bodegas, hoteles, cafeterías, entre otros (Libro VI anexo 6, 2015, p. 432).

#### *2.2.2.3. Desecho sólido de demolición*

Son desechos sólidos resultantes de construcción de edificios, pavimentos, veredas, obras de arte de construcción que principalmente está constituido por tierra, ladrillos, hormigón, material pétreo, madrena, arena, vidrio que resulta de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería (Libro VI anexo 6, 2015, p. 432).

#### *2.2.2.4. Desechos sólidos de barrido de calles*

Son aquellos desechos o basuras domiciliarias, comerciales que resultan del barrido y limpieza de las calles que son arrojadas de manera clandestina a la vía pública como por ejemplo: hojas, ramas, polvo, papeles, residuos de frutas, vidrios, animales muertos, cartones, plástico (Libro VI anexo 6, 2015, p. 432).

#### *2.2.2.5. Desechos sólidos hospitalarios*

Son los generados por diferentes actividades de curaciones, intervenciones quirúrgicas, laboratorios de análisis e investigación, todos estos desechos tienen un tratamiento especial desde su recolección hasta su disposición final en el relleno sanitario de acuerdo a las normas ambientales y de salud vigente (Libro VI anexo 6, 2015, p. 432).

#### *2.2.2.6. Desecho sólido institucional*

Está comprendido por los desechos sólidos que se generan en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, terminales terrestres, aéreos, fluviales, y edificaciones destinadas a despachos y oficinas (Libro VI anexo 6, 2015, p. 432).

#### *2.2.2.7. Desecho sólido industrial*

Se define a los desechos sólidos industriales como aquellos que son generados en los procesos de producción en actividades propias de este sector (Libro VI anexo 6, 2015, p. 433).

#### *2.2.3. Residuo sólido*

Constituyen aquellos materiales desechados procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que por lo general por si solos carecen de un valor económico (Rivas, 2018, p. 3).

#### *2.2.4. Clasificación de los residuos sólidos*

##### *2.2.4.1. Según la peligrosidad*

###### Residuos inertes

Son aquellos residuos que no experimentan ni sufren transformaciones físicas, químicas o biológicas, no son solubles ni reaccionan negativamente con otros materiales, pero pueden causar afectaciones negativas al medio ambiente o perjudicar a la salud humana (Rivas, 2018, p. 24).

###### Residuos peligrosos

Residuos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de actividades de producción, reciclaje, consumo y que contengan alguna sustancia con características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas, explosivas, radiactivas o explosivas (C.R.E.T.I.B.) y que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente (NTE INEN 2841, 2014, p. 3).

###### Residuos no peligrosos

Cualquier sustancia o elemento sólido que no presente características C..R.E.T.I.B. y que provienen del resultado de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicio y que no presenta ningun valor para quien lo genera (NTE INEN 2841, 2014, p. 3).

##### *2.2.4.2. Según el origen*

###### Residuos domésticos

Son aquellos residuos que son generados en las hogares o viviendas como resultado de las distintas actividades domésticas realizadas, y los similares a los anteriores procedentes de servicios e industrias (Rivas, 2018, p. 28).

###### Residuos industriales

Son residuos procedentes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o de mantenimiento que son generados en distintas actividades industriales (Rivas, 2018, p. 29).

#### Residuos agrícolas

Residuos que contienen grandes cantidades de estiércol animal como resultado de la crianza de animales de granja y de residuos procedentes de los envases utilizados en el campo agrícola (Minga y Zhiminaycela, 2019, p. 8).

#### Residuos electrónicos

Se considera que los residuos electrónicos son aparatos o artículos electrónicos que son desechados a la basura después de haber cumplido su vida útil o simplemente fue reemplazado por otro mejor elemento (Rivas, 2018, p. 33).

### *2.2.4.3. Según su composición*

#### Residuo orgánico

Es todo aquel material que proviene de especies vivas de flora o fauna y esta sujeta a su descomposición por macro y microorganismos, o a su vez son restos, sobras o productos de desecho de cualquier organismo vivo (CCA, 2017, p. 4).

#### Residuo inorgánico

También son conocidos como residuos no degradables ya que son aquellos de origen no biológico y no se pueden descomponer de forma natural o lo hacen de manera muy lenta tardando miles y miles de años (Maigua de la Torre, 2019, p. 12).

### *2.2.5. Residuos sólidos urbanos*

Un residuo sólido urbano (RSU) no es más que un residuo sólido generado por cualquier actividad dentro de la zona urbana, incluyendo hasta los de carácter doméstico así como los provenientes de cualquier actividad (Muñoz, 1999, p. 20).

#### *2.2.5.1. Composición de los residuos sólidos urbanos*

De acuerdo a como establece (Minga y Zhiminaycela, 2019, p. 10), los residuos sólidos urbanos se clasifican en:

- Materia orgánica
- Papel
- Cartón

- Plástico
- PET
- Metales
- Vidrio
- Madera
- Caucho
- Otros

### ***2.2.6. Propiedades de los residuos sólidos urbanos***

#### *2.2.6.1. Propiedades físicas*

##### Densidad

La densidad está en función de la composición de los residuos y su compactación, es un valor fundamental para determinar las dimensiones de los contenedores y del camión encargado de la recolección y se mide en unidades de masa sobre volumen (Mejía y Patarón, 2014, p. 4-5).

- Densidad suelta: es el valor de la densidad sin ejercer ninguna presión.
- Densidad compactada: es el valor de la densidad después de que se ha ejercido presión.

##### Humedad

Es el porcentaje del peso inicial de la muestra menos el peso seco de la muestra en relación al por peso inicial (Mejía y Patarón, 2014, p. 5).

#### *2.2.6.2. Propiedades químicas*

Estas propiedades de los RSU son esenciales para poder determinar principalmente los sistemas de incineración de los residuos, tratamientos biológicos, digestión anaróbica y permite estimar la cantidad de biogas que genera el relleno sanitario (Mejía y Patarón, 2014, p. 6).

#### *2.2.6.3. Propiedades biológicas*

De acuerdo a (Linares, 2017, p. 14) sin considerar el plástico, la goma y el cuero, la fracción orgánica de los RSU se clasifican en:

- Constituyentes solubles en agua
- Semis celulosa
- Celulosa

- Grasas, aceites y ceras
- Lignina
- Lignocelulosa
- Proteínas

#### **2.2.7. Producción per-cápita**

La producción per-cápita (PPC) da a conocer el peso de residuos sólidos producidos de manera diaria en un cierto lugar o región en relación a la cantidad de habitantes definidos en el sector y es expresado en unidades de kilogramo por habitante por día (Rivera, 2002; citado en Alvarado y Cabrera, 2020, p. 9).

Además cabe mencionar que en el año 2019 en el sector urbano del Ecuador, cada habitante generaba 0,84 kg de residuos sólidos por día y se recolectó en promedio 12.671,18 toneladas diarias de residuos (Argüello y Cando, 2020).

#### **2.2.8. Etapas del manejo de residuos sólidos**

En el manejo de los residuos sólidos se lleva a cabo algunas etapas para garantizar el adecuado manejo y minimizar los impactos negativos a la salud y al ambiente (León y Plaza, 2017, p. 51), entre las etapas se encuentran:

##### **2.2.8.1. Generación**

Está vinculada con el desarrollo de las actividades humanas en sus distintas formas debido a que estas actividades producen residuos no deseables de varios elementos que intervienen en la generación dado por las diversas condiciones que presenta el lugar donde se encuentra la persona (León y Plaza, 2017, p. 52).

##### **2.2.8.2. Almacenamiento**

Es la segunda etapa del manejo de los residuos, debido a que luego de ser generado se procede al almacenamiento temporal donde deben ser depositados en contenedores que diferencie su origen y composición del residuo (León y Plaza, 2017, p. 53).

#### *2.2.8.3. Recolección y transporte*

Este servicio es otorgado generalmente por los Gobiernos Autónomos Municipales, y ayuda a recoger la basura que es generada por la ciudadanía, y es necesario que el transporte sea adecuado y en óptimas condiciones para que la gestión se cumpla en su totalidad (León y Plaza, 2017, p. 55).

#### *2.2.8.4. Transferencia*

Consiste en almacenar todos los residuos generados por la ciudadanía en ciertos lugares específicos, los cuales cuentan con una adecuada infraestructura para realizar el tratamiento y acondicionamiento de los residuos sólidos (León y Plaza, 2017, p. 56).

#### *2.2.8.5. Tratamiento*

Comprendido por actividades físicas, químicas, biológicas o térmicas que se realizan con el objetivo de volver a reutilizar, aprovechar y minimizar los residuos desechados, de tal forma que pueda volver a tener algún valor económico (León y Plaza, 2017, p. 57).

#### *2.2.8.6. Disposición final*

Es la última fase del manejo de los residuos sólidos, por lo tanto es la acción de colocar los residuos y desechos en lugares autorizados por las autoridades competentes para luego realizar el recubrimiento y compactación de acuerdo a la normativa ambiental vigente (León y Plaza, 2017, p. 59).

#### *2.2.9. Vehículo destinado a la recolección*

El vehículo para la recolección de residuos y desechos sólidos debe ser elegido de acuerdo a los factores y las características que presenta cada ciudad, tipos de viviendas, población, volumen y tipo de residuos (Rondón et al., 2016, pp. 62-63).

A continuación se describe los vehículos más utilizados en la recolección de residuos:

#### *2.2.9.1. Camión recolector con caja compactadora*

Este vehículo está equipado con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y una compresión que reduce entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos (Rondón et al., 2016, p. 62).

#### *2.2.9.2. Camión recolector con caja cerrada sin compactación*

Es similar al anterior camión pero no presenta el mecanismo de compactación, por lo que su capacidad de carga es muy reducida con rapidez de llenado (Rondón et al., 2016, p. 63).

#### *2.2.9.3. Camión para contenedores de gran capacidad*

Vehículos especiales y que son equipados con elevadores para poder levantar con mayor facilidad los contenedores y depositar la gran cantidad de residuo y desecho dentro del camión (Rondón et al., 2016, p. 63).

#### *2.2.9.4. Camión de caja abierta*

Este tipo de vehículo se utiliza en áreas rurales donde la cantidad de residuos generados es muy reducido y no cuenta con suficientes medios económicos para realizar un servicio eficaz (Rondón et al., 2006, p. 63).

#### *2.2.9.5. Otros tipos de vehículos*

Se incluyen remolques, volquetas, entre otros vehículos que son movidos por motores o tracción animal, por lo general es utilizado en el medio rural, donde la población es mínima y no se genera cantidades considerables de residuos (Rondón et al., 2016, p. 63).

### **2.2.10. Rutas de recolección**

Las rutas de recolección comprende todo el sistema vial incorporado para la recolección y transporte de los residuos y desechos sólidos dentro de un centro urbano que se encuentra establecido por calles avenidas con doble o unidireccionalidad de vías.

El trazado de rutas de recolección debe tomar algunos aspectos al momento de ser diseñados (Minga y Zhiminaycela, 2019, p. 31):

- Coordinar el tamaño de la cuadrilla y el tipo de vehículo.
- Trazar las rutas de manera que empiecen y terminen cerca de vías principales.
- En los lugares con pendiente la ruta debe empezar desde la parte más alta y continuar hacia abajo.
- Las rutas deben ser trazadas de manera que el último recipiente o vivienda sea el más cercano al lugar de disposición final.
- Los residuos generados en lugares congestionados por el tráfico debe ser los primeros en ser recolectados.

### ***2.2.11. Tipo de rutas de recolección***

#### *2.2.11.1. Microrutas*

Recorrido específico que se debe cumplir de manera diaria por parte del vehículo recolector en las áreas de la ciudad con el fin de recolectar de mejor manera los residuos sólidos generados por los habitantes del área (Márquez, 2008, p. 47).

#### *2.2.11.2. Macrorutas*

Se denomina a la división de la ciudad en sectores destinando un área para cada vehículo recolector, y se trata de determinar el tamaño de cada ruta en forma de que la cantidad de trabajo que se realizada en un sector sea similar a la de los otros sectores (Márquez, 2008, p. 42).

### ***2.2.12. Trazos de rutas de recolección***

(Márquez, 2008, pp. 23-24) en su estudio denominado “*Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales*” establece de que existen dos tipos:

#### *2.2.12.1. Peine*

Es el trabajo de recolección que se lleva a cabo a los dos lados de la vía al mismo tiempo, por lo que se recorre una vez por cada vía, recomendado en zonas con densidades de población escasa.



#### *2.2.12.2. Doble peine*

Recolección de residuos de un solo lado de la vía, por lo que obliga a recorrer dos veces la misma vía y se lo recomienda en zonas donde exista una alta densidad poblacional.

#### **2.2.13. Frecuencia de recolección**

Según (Márquez, 2008, p. 25) la frecuencia de recolección consiste en la periodicidad con la que se realiza el trabajo de recolección de residuos de los diferentes nodos o puntos de la ciudad, en donde la recolección puede ser realizado de manera diaria o en días alterados según la cantidad de población y sin exceder el ciclo de reproducción de las moscas.

La frecuencia de recolección por lo general se realiza en función del clima del lugar donde se realiza la producción de los residuos sólidos, es así que en climas cálidos se recomienda como mínimo una recolección de tres veces por semana (Márquez, 2008, p. 25).

#### **2.2.14. Tipos de frecuencia de recolección**

##### *2.2.14.1. Recolección diaria*

Sistema incorporado en la mayoría de las ciudades medias y grandes, y por lo general este tipo de recolección es el que ofrece una mejor imagen de la ciudad pero al mismo tiempo es el que mayor costo involucra (Márquez, 2008, p. 26).

##### *2.2.14.2. Recolección cada tercer día*

Este tipo de recolección crea incomodidad a la comunidad, dado que los residuos generan malos olores y se por lo general se encuentran ya en estados de putrefacción, pero se puede mejorar el sistema mediante el dialogo con la comunidad ya que este sistema es una de las alternativas más conveniente en el ahorro de costos de operación (Márquez, 2008, p. 28).

##### *2.2.14.3. Recolección dos veces por semana*

Se crea la posibilidad de que se proliferen los tiraderos clandestinos por la falta de recolección de residuos debido a que incrementa las incomodidades de los habitantes de la zona (Márquez, 2008, p. 28).

## **2.3. Bases conceptuales**

### **2.3.1. Desecho**

Son sustancias o materiales que proceden de material resultante de un proceso de producción, transformación, reciclaje, consumo, y que por lo general no tienen ningún valor útil, cuya eliminación final procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional (Acuerdo N° 061, 2015, p. 5).

### **2.3.2. Residuo**

Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido que resulta del consumo de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales que no tiene valor para el generador pero sí puede ser aprovechado y transformado en otro tipo de materia para volver a ser utilizado (NTE INEN 2841, 2014, p. 2).

### **2.3.3. Ambiente**

Sistema global integrado por todos los componentes naturales y sociales, constituidos por elementos bióticos y abióticos que interactúan con el ser humano, incluidas las relaciones económicas y culturales (Acuerdo N° 061, 2015, p. 3).

### **2.3.4. AutoCAD**

Es un software de diseño asistido por un ordenador y reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de diseño y edición para planos o dibujos en dos y tres dimensiones (Alvarado y Cabrera, 2020, p. 16).

### **2.3.5. ArcGIS**

Es un completo sistema que permite recopilar, administrar, organizar, compartir información mundial de los sistemas de información geográfica para facilitar la creación de mapas temáticos, construir diagramas, y todo esto es posible gracias a las herramientas que presenta el software (ESRI, 2011).

### ***2.3.6. Celda emergente para desechos y residuos sólidos no peligrosos***

Es una celda técnicamente construida para almacenar temporalmente los desechos y residuos sólidos no peligrosos, los mismos que se deben de tener una cobertura con material adecuado y una compactación diaria, poseer sistemas de evacuación de biogás, recolección de lixiviados, recolección de aguas de escorrentía hasta la habilitación del sitio de disposición final, técnica y ambientalmente regularizado (Acuerdo N° 061, 2015, p. 4).

### ***2.3.7. Celda emergente para desechos sanitarios***

Es una celda técnicamente diseñada donde son depositados los desechos sanitarios, y deberán tener una cobertura diaria con el adecuado material para evitar que se emita al ambiente sustancias contaminantes, además debe poseer todos los sistemas de protección y recolección perimetral de aguas de escorrentía (Acuerdo N° 061, 2015, p. 4).

### ***2.3.8. Relleno sanitario***

Utiliza técnicas de ingeniería para confinar la basura mediante la eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, y que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco afecta al ambiente durante su operación ni después de culminar su vida útil, y tiene la posibilidad de recuperar terrenos alterados por la naturaleza o acciones del hombre (Guía Ambiental para rellenos Sanitarios, 2002; citado en Armas y Yaselga, 2005, p. 14).

### ***2.3.9. Botadero de basura***

Es el lugar donde se depositan residuos y desechos sólidos sin tener ninguna preparación previa y sin los parámetros técnico y en el que no se ejerce ningún control adecuado (Acuerdo N° 061, 2015, p. 4).

### ***2.3.10. Lixiviado***

Líquido que desprende los residuos sólidos, compuesto principalmente por el agua de las precipitaciones pluviales, escorrentías, humedad de la basura y la descomposición de la materia orgánica (Libro VI anexo 6, 2015, p. 434).

### **2.3.11. Vía pública**

Son todas las áreas de una ciudad que están destinadas al tránsito vehicular, peatonal y a la recreación, además se incluye las calles, avenidas, parques, jardines y plazoletas (Libro VI anexo 6, 2015, p. 435).

### **2.3.12. Avenida**

Es una vía pública urbana, que por lo general se encuentra dividida por islas de seguridad y compuesta de dos o más calzadas en la que existen uno o más carriles de circulación (Ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial, 2014, p. 77).

### **2.3.13. Calle**

Vía pública que se encuentra ubicada en los centros poblacionales o cantonales, conformada de aceras y calzada para el tránsito vehicular y peatonal (Ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial, 2014, p. 77).

### **2.3.14. Rutas**

Es un camino, avenida, carretera o calle que une diferentes lugares o puntos específicos, lo que permite a los transeúntes desplazarse por aquellos caminos especialmente por medio de algún transporte (Alvarado y Cabrera, 2020, p. 16).

### **2.3.15. Reciclaje**

Consiste en aprovechar al máximo los residuos sólidos que se generan a diario y obtener de ellos una materia prima que pueda ser incorporado de manera directa a un nuevo ciclo de producción de otro producto (Sanmartín et al., 2017, p. 38).

### **2.3.16. Metano**

Es un hidrocarburo alifático que conforma la familia de los alcanos, sus principales características radican en que es un gas incoloro, inflamable y tóxico, que por lo general proviene de la descomposición de los residuos, a la vez es el segundo gas de efecto invernadero que mayor sobresale en la afectación al planeta después del dióxido de carbono (Carmona et al., 2005, pp. 48-52).

### **2.3.17. Geomembrana**

Es una barrera sintética que está diseñada especialmente para impedir el paso de sustancias especialmente líquidos y vapores fuera de la barrera que se crea especialmente al suelo y al agua, además posee gran resistencia a la putrefacción por lo que se considera que presenta un alto nivel de impermeabilidad ofreciendo un excelente sistema de contención (GEOSAI, 2016).

### **2.3.18. Tiempos muertos de recolección**

Es la sumatoria de todos los tiempos perdidos al momento de realizar el trabajo de la recolección de residuos sólidos desde el inicio hasta el final de la jornada de trabajo (Zafra, 2009, p. 122).

### **2.3.19. Gestión integral de los residuos**

Conjunto de acciones que integran el proceso de los residuos y que incluyen acciones de clasificación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos (NTE INEN 2841, 2014, p. 2).

### **2.3.20. Contenedor**

Es un recipiente de gran capacidad de cualquier material especialmente metal diseñado para el almacenamiento de los desechos sólidos no peligrosos que son generados en los centros de mayor concentración de personas (Libro VI anexo 6, 2015, p. 431).

### **2.3.21. Emisión**

Liberación en el ambiente de sustancias, organismos o microorganismos durante la ejecución de cualquier actividad humana (Acuerdo N° 061, 2015, p. 5).

### **2.3.22. Suelo**

Capa superior de la corteza terrestre que se encuentra situada entre la superficie y el lecho rocoso, compuesto por minerales, materia orgánica, agua, aire, microorganismos y organismos vivos, que constituye la interfaz entre la tierra, agua y aire (Acuerdo N° 061, 2015, p. 8).

### **2.3.23. Cierre técnico de botaderos**

Es la suspensión definitiva del depósito de residuos y desechos sólidos, además esta actividad ejecuta acciones encaminadas a incorporar los controles ambientales con que cuenta el relleno sanitario manejados adecuadamente, siendo la única forma de garantizar los recursos naturales, salud y seguridad humana (Acuerdo N° 061, 2015, p. 4).

## **2.4. Base legal**

### **2.4.1. Constitución de la República del Ecuador**

**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, *sumak kawsay*” (Constitución de la República del Ecuador, 2021, p. 14).

**Art. 66 literal 27.-** “Se reconoce y garantiza a las personas: el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza” (Constitución de la República del Ecuador, 2021, p.33).

**Art. 264 literal 4.-** “Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: 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, 2021, p. 130).

### **2.4.2. Código Orgánico del Ambiente**

**Art. 225 literal 1 y 5.-** “Políticas generales de la gestión integral de los residuos y desechos. Serán de obligatorio cumplimiento, tanto para instituciones del Estado en sus distintos niveles y formas de gobierno, regímenes especiales, así como las personas naturales o jurídicas las siguientes políticas generales: El manejo integral de residuos y desechos, considerando prioritariamente la eliminación o disposición final más próxima a la fuente; y el fomento al desarrollo del aprovechamiento y valorización de los residuos y desechos, considerándolos un bien económico con finalidad social, mediante el establecimiento de herramientas y mecanismos de aplicación” (COA, 2017, pp. 60-61).

**Art. 226.-** “Principio de jerarquización. La gestión de residuos y desechos deberá cumplir con la siguiente jerarquización en orden de prioridad: prevención, minimización de la generación en la fuente, aprovechamiento o valorización, eliminación y disposición final” (COA, 2017, p. 61).

**Art. 231 literal 2.-** “Los Gobiernos Autónomos Decentralizados 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” (COA, 2017, p. 62).

#### ***2.4.3. Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD***

**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” (COOTAD, 2019, p. 118).

#### ***2.4.4. Ordenanza que regula el manejo de residuos sólidos del cantón Taisha***

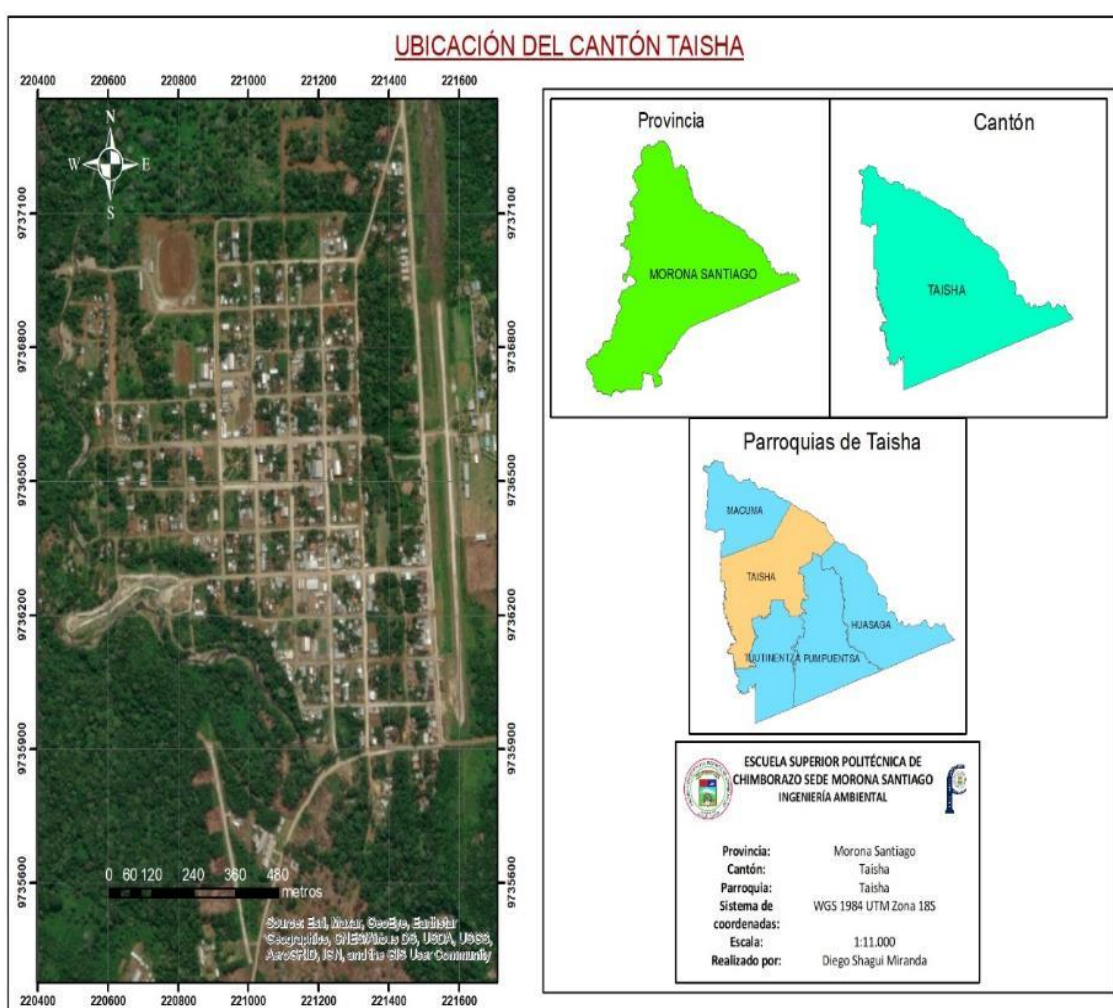
**Art. 5 literal 1.-** “Responsabilidades y atribuciones del GADMT: brindar a la ciudadanía del Cantón Taisha el servicio público de recolección de residuos sólidos urbanos, lo que comprende aseo, recolección, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final” (GADM-TAISHA, 2016, p. 4).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Area de estudio

El cantón Taisha fue fundado el 28 de junio de 1996, y según datos del (GADM-TAISHA, 2019a, p. 6) el centro cantonal se sitúa en las coordenadas 220970 S y 9736535 W, ubicado y delimitado en la zona 18 Sur, a su vez presenta aproximadamente una altitud promedio de 510 metros sobre el nivel del mar. Taisha está constituido por 4 parroquias rurales (Macuma, Pumpuentsa, Tuutinentsa, Huasaga) y 1 parroquia urbana (Taisha), las cuales se verifican en la figura 1-3.



**Figura 1-3.** Delimitación geográfica del Cantón Taisha

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.



La metodología diseñada para el estudio se encuentra direccionado al análisis de un nuevo sistema de la red vial de la recolección de residuos sólidos del centro cantonal basándose en la ejecución e interpretación de los sistemas de información geográfica como lo es ArcGIS a través de su hoja de trabajo ArcMap y por medio de sus múltiples herramientas referentes al análisis de sistemas de redes viales.

### 3.2. Caracterización de residuos

La metodología utilizada para la aplicación de estudios de caracterización de residuos en los países de la Región de América Latina y el Caribe es la propuesta por el doctor Kunitoshi Sakurai en 1892 (CEPIS, 2005, p. 1).

#### 3.2.1. Cálculo de la población actual

Debido a que en los últimos años no se ha mantenido un censo poblacional es necesario realizar una proyección desde el último año censado para tener una estimación de la población actual del cantón Taisha, por lo tanto a partir de información generado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), se establece que en el año 2001 la población urbano de Taisha fue de 785 habitantes, mientras que en el 2010 su población creció a 1036 habitantes (INEC, 2020), a partir de esta información se realiza una proyección como se indica en la ecuación 1.

$$P_f = P_i * (1 + r)^n$$

**Ecuación 1.** Cálculo de la población final

Fuente: (Perez, 2010)

Donde:

$P_f$  = población final

$P_i$  = población inicial

$r$  = tasa de crecimiento intercensal

$n$  = diferencia del número de años de la población estudiada

La tasa de crecimiento intercensal es un dato generado a partir de los censos nacionales, pero debido a que no se ha realizado en estos últimos años ningún censo se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$r = \left( \sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right) * 100$$

**Ecuación 2.** Tasa de crecimiento intercensal

Fuente: (MINAM, 2020)

Donde:

r = tasa de crecimiento intercensal

n = número de años entre población final y población inicial (8 años)

P<sub>2</sub> = población final (1032 habitantes)

P<sub>1</sub> = población inicial (785 habitantes)

A continuación, se procede a obtener la tasa de crecimiento intercensal, para posterior realizar la proyección de la población tal y como se predice en la ecuación 1.

$$r = \left( \sqrt[9]{\frac{1036}{785}} - 1 \right) * 100$$

$$r = 3,13\%$$

En la tabla 3-1 se indica la proyección realizada del crecimiento demográfico de la población en el área urbano del cantón Taisha.

**Tabla 1-3.** Proyección de la población urbana del Cantón Taisha

| <b>Año</b> | <b>n</b> | <b>Pi</b> | <b>Pf</b> |
|------------|----------|-----------|-----------|
| 2011       | 1        | 1036      | 1068      |
| 2012       | 2        | 1036      | 1102      |
| 2013       | 3        | 1036      | 1136      |
| 2014       | 4        | 1036      | 1172      |
| 2015       | 5        | 1036      | 1209      |
| 2016       | 6        | 1036      | 1246      |
| 2017       | 7        | 1036      | 1285      |
| 2018       | 8        | 1036      | 1326      |
| 2019       | 9        | 1036      | 1367      |
| 2020       | 10       | 1036      | 1410      |
| 2021       | 11       | 1036      | 1454      |
| 2022       | 12       | 1036      | 1500      |
| 2023       | 13       | 1036      | 1547      |
| 2024       | 14       | 1036      | 1595      |
| 2025       | 15       | 1036      | 1645      |
| 2026       | 16       | 1036      | 1696      |
| 2027       | 17       | 1036      | 1749      |
| 2028       | 18       | 1036      | 1804      |
| 2029       | 19       | 1036      | 1861      |
| 2030       | 20       | 1036      | 1919      |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022

### 3.2.2. *Calculo de la muestra*

Para la determinación del número de muestras que refleja un alto grado de confiabilidad y reducido porcentaje de error se utiliza la siguiente ecuación estadística:

$$n = \frac{z^2 * N * \sigma^2}{(N - 1) * E^2 + z^2 * \sigma^2}$$

**Ecuación 3.** Determinación del número de muestras

Fuente: (CEPIS, 2005)

Donde:

n = tamaño de la muestra

z = nivel de confianza

N = tamaño del universo

$\sigma$  = desviación estándar

E = error permisible

A su vez (CEPIS, 2005, p. 3) manifiesta que cuando no existe datos iniciales de la ciudad se debe de asumir la desviación estándar en 0,2 y el nivel de confianza más utilizado es  $1-\alpha= 0,95$ , es decir con un 95% de confianza, teniendo un coeficiente de confianza  $z=1,96$  y un error permisible del 5%.

$$n = \frac{(1,96)^2 * 1454 * (0,2)^2}{(1454 - 1) * (0,05)^2 + (1,96)^2 * (0,2)^2}$$
$$n = 60$$

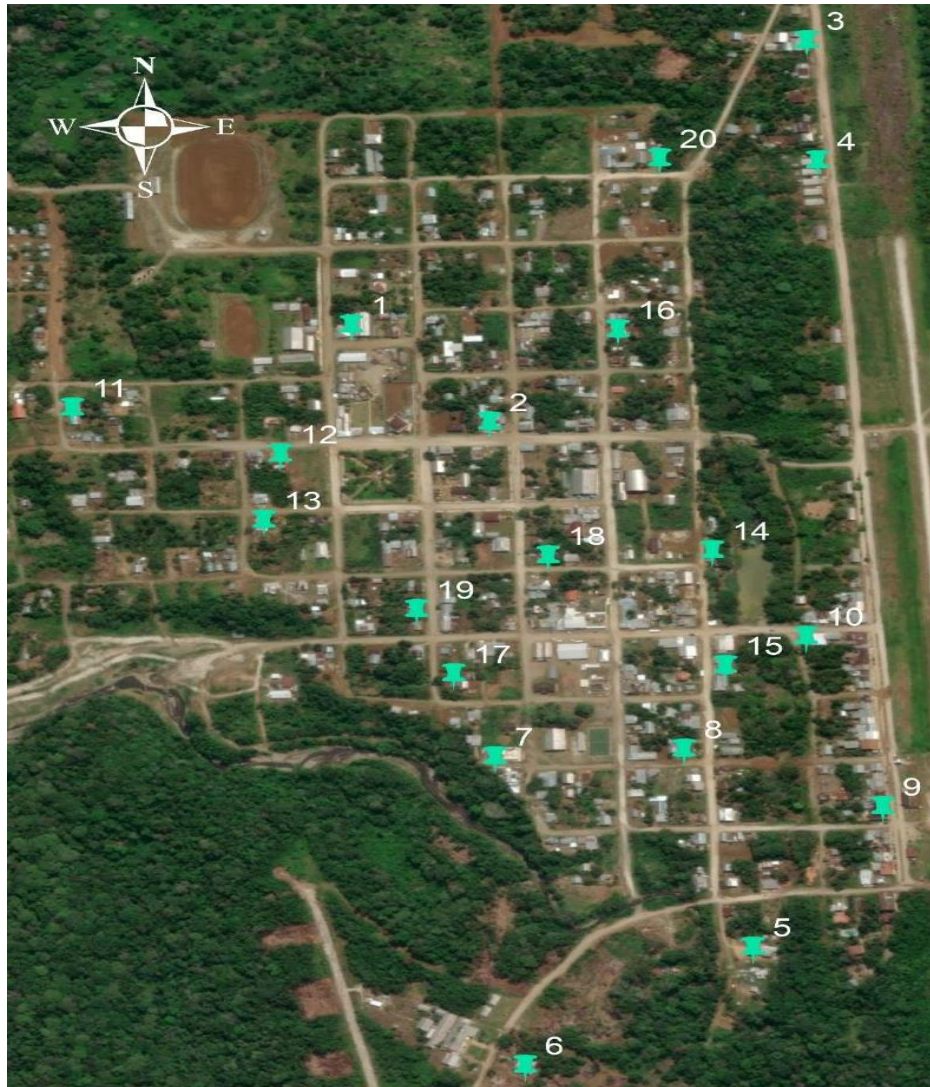
De acuerdo con el (INEC, 2020) se considera un promedio de 4 miembros por cada vivienda, por lo tanto:  $60/4= 15$  viviendas a considerar como la cantidad de muestreo, pero por cuestiones de seguridad se considera un número mayor de muestras equivalente a 20 viviendas.

### 3.2.3. *Distribución de las muestras en la zona de estudio*

Una vez realizado el análisis de las muestras se procede a distribuirlas de manera aleatoria en toda el área de estudio, de tal manera que cubra el 100% del centro cantonal de Taisha. (Figura 2-3).

### 3.2.4. *Materiales a utilizar*

Como el trabajo a realizar implica estar en contacto directo con los residuos sólidos generados se necesita materiales y equipos de protección (EPP) con el fin de evitar cortes, lesiones, inhalaciones de olores, entre otros, por lo tanto, en la tabla 2-3 se detalla todo lo necesario para realizar el trabajo correspondiente a la caracterización de los residuos.



**Figura 2-3.** Distribución de las muestras a monitorear

Realizado por: Shagui, Diego, 2022

**Tabla 2-3.** Lista de EPP y materiales utilizados

| <b>EPP</b>      | <b>MATERIALES</b>     |
|-----------------|-----------------------|
|                 | Fundas plásticas      |
|                 | Balanza               |
| Guantes         | Pala                  |
| Botas de caucho | Escoba                |
| Mascarilla      | Flexómetro            |
| Chaleco         | Tanque                |
| Casco           | Plástico              |
|                 | Materiales de oficina |
|                 | Identificadores       |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

### **3.2.5. Socialización del estudio y toma de muestras**

Para la socialización se tomó en consideración las 20 viviendas a monitorear que fueron seleccionadas de manera aleatoria anteriormente, a partir de esto se da a conocer a la ciudadanía la metodología a desarrollar y el propósito del estudio.

Por otra parte, antes de empezar con el trabajo se procesa el respectivo permiso por parte de la UMIRS del GADMT especificando que se va a realizar la recolección diaria por 8 días en las viviendas seleccionadas, a su vez se menciona que luego de realizar el trabajo de caracterización diaria todos los residuos serán transportados a la celda emergente para su disposición final.

De acuerdo a como indica la “Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)” descrita por (MINAM, 2020, pp. 7-8) menciona que el trabajo de campo se debe realizar durante 8 días, pero las muestras del primer día deben ser desechadas por considerarse inútil debido a que al ser el primer día de prueba las viviendas desechan más basura de lo normal.

La toma de muestras se realizó durante 8 días consecutivos partiendo desde el 27 de Enero hasta el 3 de Febrero del año 2022, por consiguiente, se procede a entregar dos fundas plásticas diarias por la vivienda a monitorear (negra y rayada). A cada familia se le indica que en las fundas debe ser colocado los residuos inorgánicos y orgánicos generados en el día, en las funda negras y rayadas respectivamente, la recolección de las muestras de los residuos se realiza a partir de las 7:30 de la mañana.

### **3.2.6. Parámetros por determinar**

De acuerdo a (MINAM, 2020, p. 33-35) los principales parámetros a determinar en la caracterización de residuos sólidos urbanos son: generación, composición, y densidad.

Los resultados de los parámetros ayudan a determinar la cantidad de residuos generados en el cantón Taisha y establecer cuál es el tipo de residuo que normalmente se genera más dentro del área urbana del cantón Taisha.

#### 3.2.6.1. *Generación o producción per cápita (PPC)*

Para el cálculo de este parámetro se toma en consideración las 20 viviendas seleccionadas y el peso diario de los residuos sólidos y días en los que se realizó el monitoreo.

La PPC por lo general representa la cantidad de basura que se genera a diario en un determinado lugar, y se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$PPC = \frac{W_t}{N_t}$$

**Ecuación 4.** Producción per cápita

Fuente: (CEPIS, 2005)

Donde:

PPC = producción per cápita

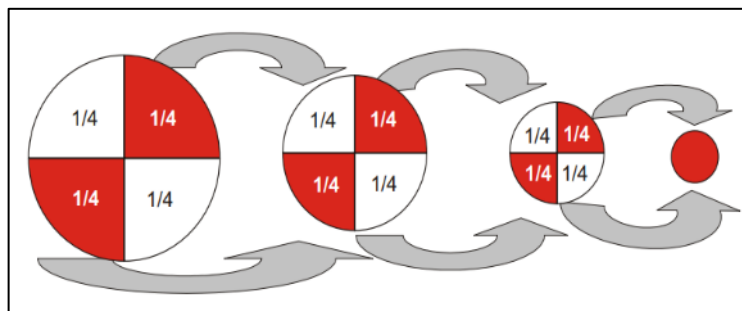
$W_t$  = peso total de los residuos (Kg x día)

$N_t$  = número total de personas (hab)

#### 3.2.6.2. *Composición*

De acuerdo a como señala (CEPIS, 2005, pp. 7-8) para determinar la composición física de los residuos sólidos se sigue los siguientes pasos:

- a) Se utiliza la muestra de un día de estudio, y se procede a ubicar las bolsas en una zona pavimentada o mejor en un plástico de gran tamaño a fin de evitar que las muestras no se mezclen con agregados de tierra a los residuos sólidos.
- b) Romper las bolsas y dispersar los residuos en el plástico con la finalidad de homogenizar la muestra, en caso de que se contenga basura de gran tamaño es necesario romperla para conseguir un tamaño considerable para manipular.
- c) Aplicar el método del cuarteo, el mismo que consiste en dividir la mezcla en cuatro partes iguales y escoger las dos partes opuestas para formar un nuevo montón más pequeño y desechar las dos partes sobrantes. Del nuevo montón más pequeño se vuelve a dividir en cuatro partes y se escoge las dos opuestas y los dos sobrantes nuevamente son desechadas. Este proceso se repite hasta obtener una muestra que sea manejable.



**Gráfico 1-3.** Método del cuarteo

Fuente: (CEPIS, 2005)

d) Realizar una clasificación de los componentes del último montón.

**Tabla 3-1.** Composición de los residuos sólidos

| Componente                                | Descripción  |
|---|--|
| Materia orgánica                          | Sobrantes de comida, frutas, hortalizas, césped          |
| Papel                                     | Periódico, boom y de color                               |
| Cartón                                    | Cartón   |
| Plástico rígido                           | Restos de envases rígidos como baldes y otros            |
| Plástico no rígido                        | Fundas plásticas   |
| Plástico tereftalato de polietileno (PET) | Botellas de bebidas gaseosas, hidratantes y energizantes |
| Material ferroso                          | Aluminio, hierro, acero, hojalata                        |
| Vidrio                                    | Botellas de vidrio, vidrio de ventanas                   |
| Papel de baño                             | Papel higiénico, pañales y toallas higiénicas.           |
| Otros                                     | Caucho, cuero, tierra.                                   |

Realizado por: Shagui 2022

- e) Los componentes se clasifican en bolsas o recipientes.
- f) Proceder a realizar el pesaje de cada componente de los residuos sólidos.
- g) Se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de las muestras recolectadas en el día y el peso de cada componente.

$$\text{porcentaje \%} = \frac{P_i}{W_t} * 100$$

**Ecuación 5.** Cálculo del porcentaje de los componentes de los residuos sólidos

Fuente: (CEPIS, 2005)

Donde:

$P_i$  = peso de cada componente (Kg x día)

$W_t$  = peso total de los residuos (Kg x día)

- h) Repetir el procedimiento durante los días restantes del muestreo de los residuos.
- i) Calcular un promedio simple para determinar el porcentaje promedio de cada componente.

### 3.2.6.3. Densidad

Para determinar la densidad de los residuos sólidos se sigue los siguientes pasos tal como lo establece (MINAM, 2020, p. 43-44) y (CEPIS, 2005, pp. 6-7):

- a) Utilizar un recipiente cilíndrico de volumen conocido y lados homogéneos.
- b) Medir la altura, diámetro del recipiente y su peso vacío.
- c) Llenar el recipiente de basura y mover de tal manera que se vaya llenando los espacios vacíos.
- d) Posterior a esto levantar aproximadamente 20 centímetros y dejar caer, repetir esta acción por tres veces con la finalidad de que se llenen los espacios vacíos del recipiente.
- e) Pesar el recipiente con la basura dentro del contenedor y medir la diferencia de altura.
- f) Dividir el peso de la basura entre el volumen del recipiente para obtener la densidad.

$$S = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 * \Delta h}$$

**Ecuación 6.** Cálculo de la densidad

Fuente: (MINAM, 2020)

Donde:

S = densidad (Kg/m<sup>3</sup>)

W = peso de los residuos sólidos (Kg)

V = volumen (m<sup>3</sup>)

$\pi$  = constante (3,1416)

d = diámetro del cilindro (m)

$\Delta h$  = altura total del cilindro – altura libre del cilindro (m)

### 3.3. Metodología del sistema de rutas de recolección

Para el desarrollo del trabajo lo primero que se necesitó fue la aceptación por parte de la autoridad máxima del cantón y de esta manera poder acceder a su institución a recabar información y solicitar aquella que sea necesaria, por lo que se acudió al departamento de Planificación y se solicitó el plano catastral urbano del cantón Taisha el cual se interpreta en la figura 3-3 y también el mapa de la señalización de la red vial del centro cantonal el mismo que se indica en la figura 4-3.



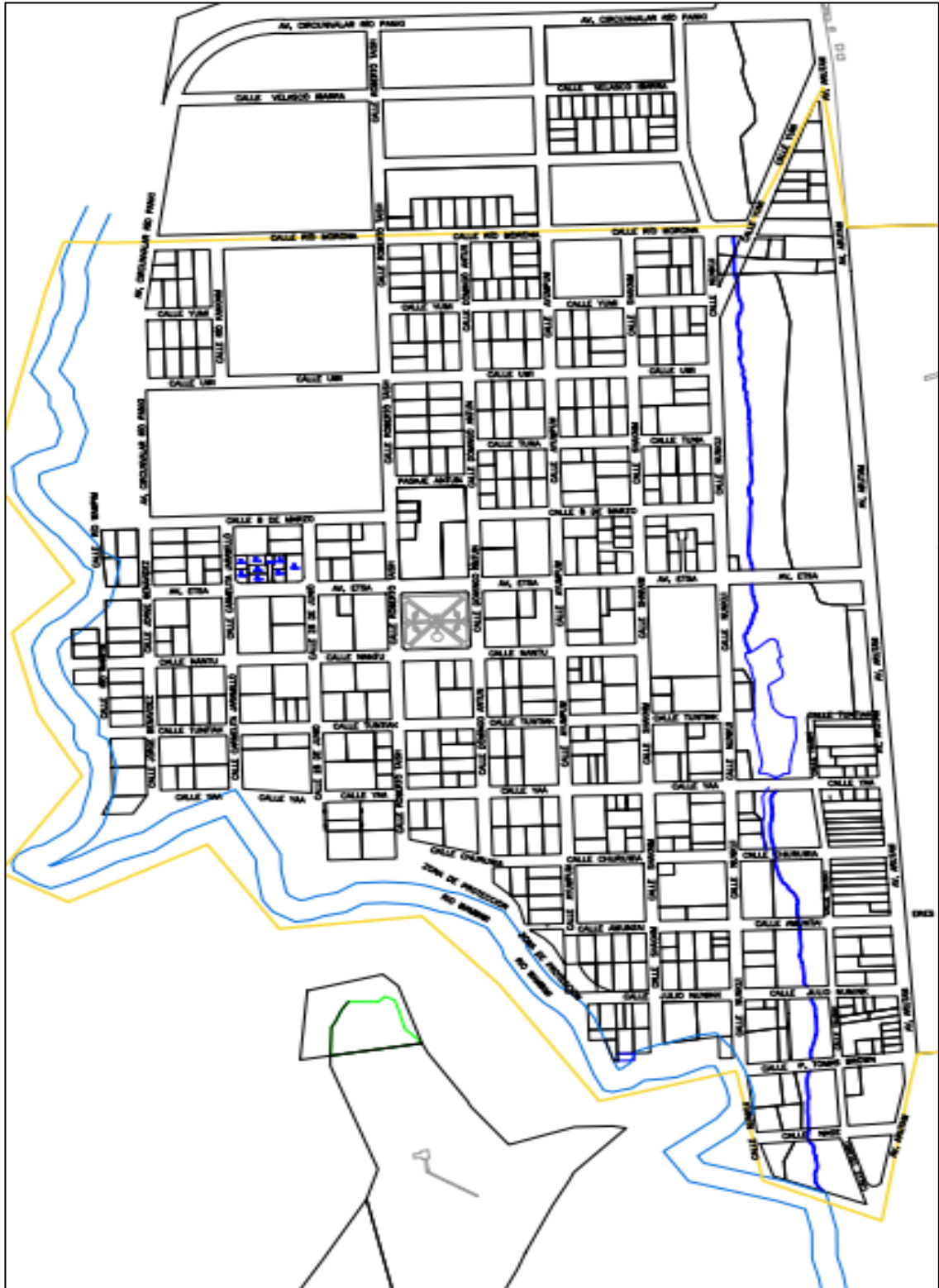
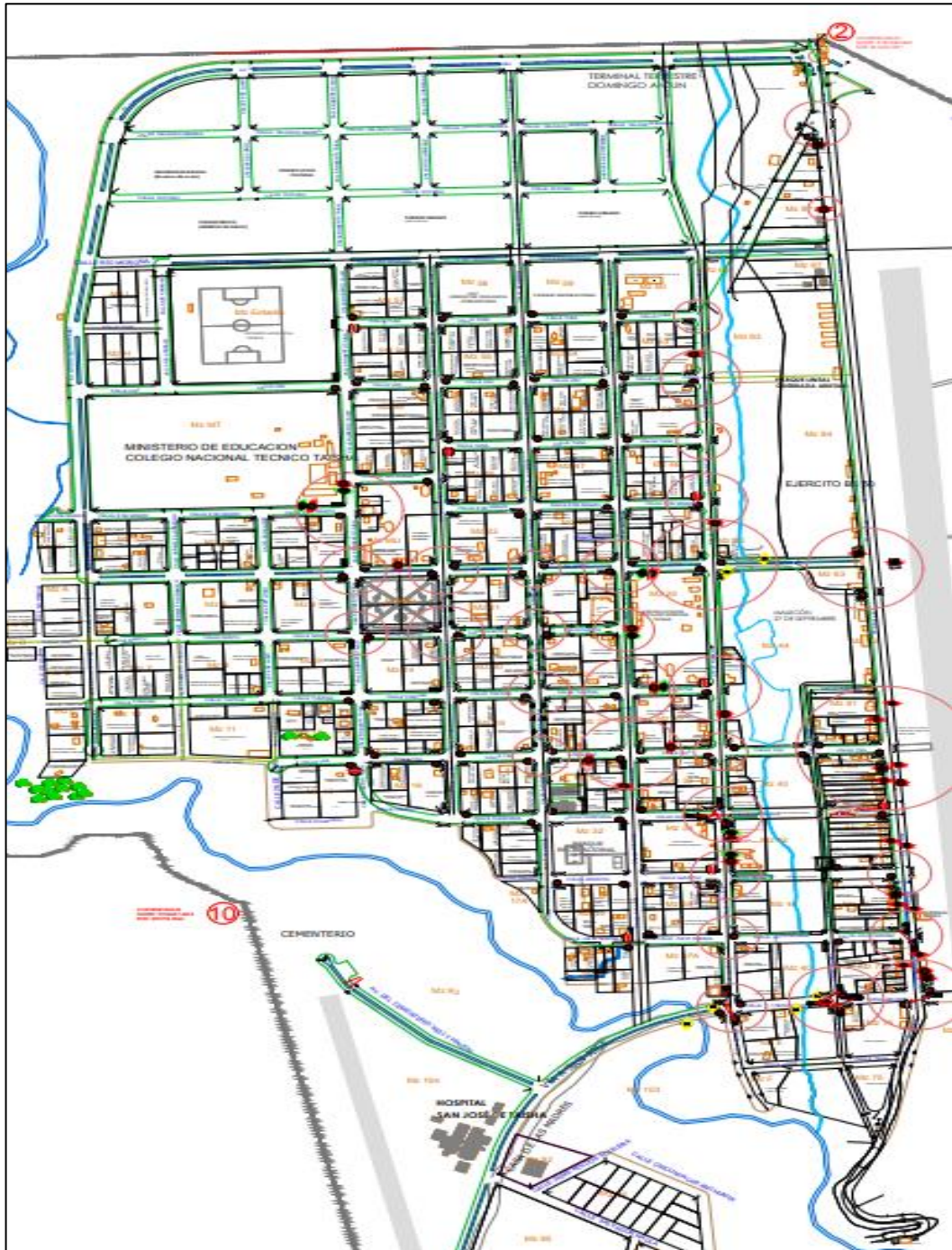


Figura 3-1. Plano catastral del centro cantonal Taisha

Fuente: (GADM-TAISHA, 2021)



**Figura 4-3.** Señalización de la red vial del centro cantonal Taisha

Fuente: (GADM-TAISHA, 2021)

Para una mayor comprensión de la figura 4-3 se establece los nombres de las avenidas y de las calles con su respectivo sentido, éstas se describen en la tabla 4-3.

Una vez que se tuvo a disponibilidad la información otorgada por el municipio de Taisha se empezó a trabajar con el software AutoCAD y ESRI® ArcGIS 10.5, para lo cual se inició con una georreferenciación de la ubicación el cual se encuentra situado en la zona 18 Sur, con datum

WGS84 (World Geodesic System 1984), y con proyección UTM (Universal Transverse Mercator) que es de tipo cilíndrica e incorporada para análisis de elipsoides (Ibañez et al., 2011, pp. 2-3).

**Tabla 4-3.** Nombre de las avenidas y calles con sentido de vías

| Nombre              | Tipo       | Categoría | Sentido   | Dirección    |
|---------------------|------------|-----------|-----------|--------------|
| Arutam              | Primaria   | Avenida   | Doble vía | Norte-Sur    |
| Etsa                | Secundaria | Avenida   | Doble vía | Este-Oeste   |
| Domingo Antun       | Primaria   | Calle     | Doble vía | Norte-Sur    |
| Padre Tomas Brow    | Secundaria | Calle     | Doble vía | Este-Oeste   |
| Yaa                 | Secundaria | Calle     | Doble vía | Este-Oeste   |
| Churuwia            | Secundaria | Calle     | Doble vía | Este-Oeste   |
| Uwi                 | Secundaria | Calle     | Doble vía | Este-Oeste   |
| Nunkui              | Primaria   | Calle     | Doble vía | Norte-Sur    |
| Ayumpum             | Primaria   | Calle     | Una vía   | Norte a Sur  |
| Rio Morona          | Secundaria | Calle     | Doble vía | Este-Oeste   |
| Jorge Benavidez     | Primaria   | Calle     | Doble vía | Norte-Sur    |
| 28 de Junio         | Primaria   | Calle     | Doble vía | Norte-Sur    |
| Rio Kankaim         | Primaria   | Calle     | Doble vía | Norte-Sur    |
| Carmelita Jaramillo | Primaria   | Calle     | Doble vía | Norte-Sur    |
| Tuna                | Secundaria | Calle     | Una vía   | Este a Oeste |
| Nantu               | Secundaria | Calle     | Una vía   | Este a Oeste |
| Julio Nunink        | Secundaria | Calle     | Una vía   | Este a Oeste |
| Shakaim             | Primaria   | Calle     | Una vía   | Sur a Norte  |
| Roberto Taish       | Primaria   | Calle     | Una vía   | Sur a Norte  |
| Pasaje Antun        | Secundaria | Calle     | Una vía   | Oeste a Este |
| 8 de marzo          | Secundaria | Calle     | Una vía   | Oeste a Este |
| Tuntiak             | Secundaria | Calle     | Una vía   | Oeste a Este |
| Amuntai             | Secundaria | Calle     | Una vía   | Oeste a Este |
| Yumi                | Secundaria | Calle     | Una vía   | Este a Oeste |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

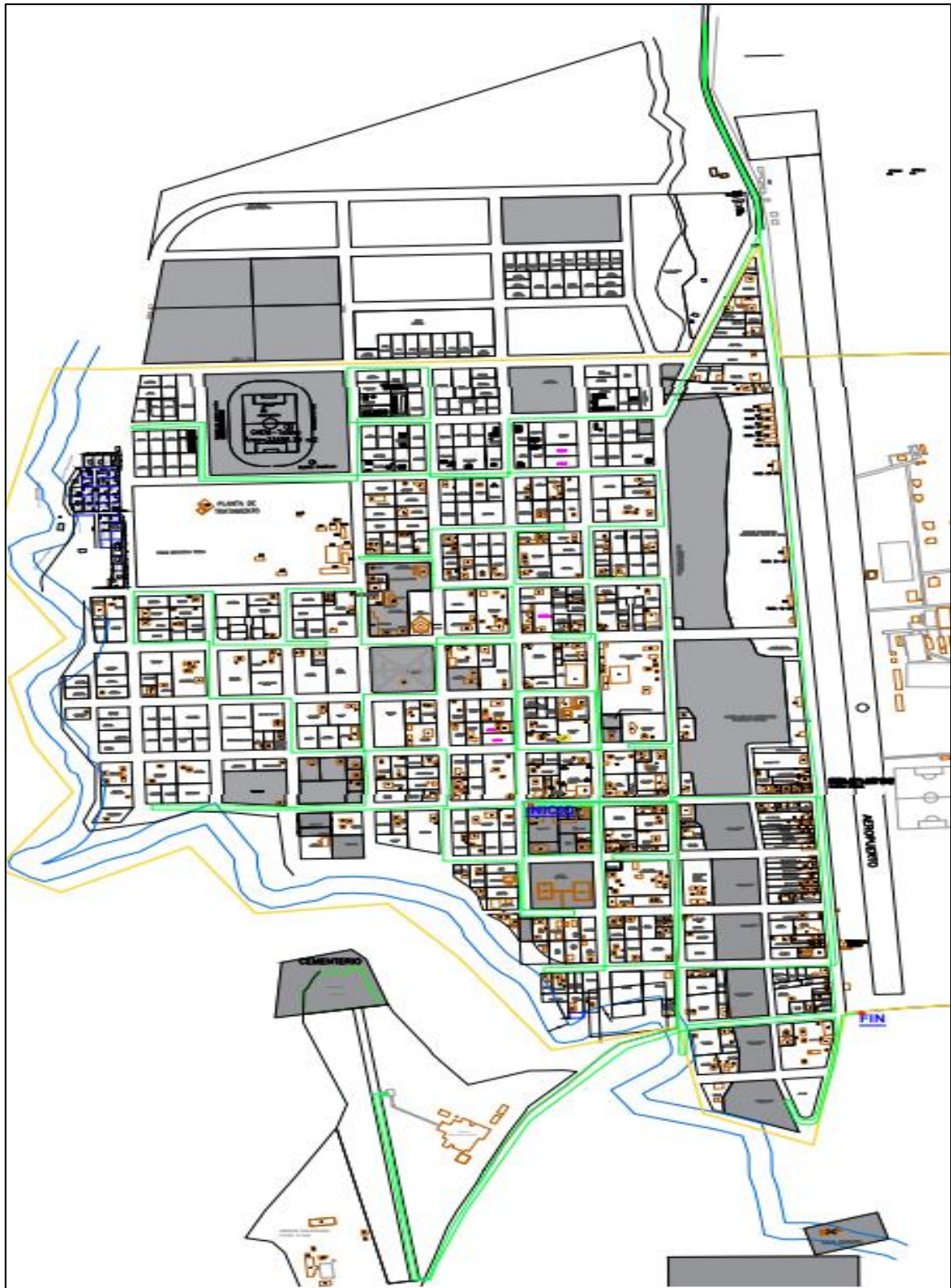
### 3.4. Reconocimiento de la ruta actual

Para conocer la ruta actual que recorre el vehículo automotor en la recolección de desechos sólidos urbanos y poder realizar la comparación con la nueva ruta que se va a proponer se necesita realizar un trabajo de campo que consiste primero en dialogar con el personal de recolección de la unidad de manejo integral de residuos sólidos para tener una idea de cómo es el recorrido que se realiza en la cabecera cantonal y a su vez acompañar en el recorrido para realizar el levantamiento de información geográfica de cómo es el recorrido del automotor por las diferentes avenidas y calles, de esta manera se pudo verificar de que existen anomalías en el recorrido, principalmente en lo que compete a que no se respeta el sentido de las vías que ya se encuentran establecidas por parte de la unidad de tránsito del GADM de Taisha.

El plano vial que fue facilitado se presenta en formato AutoCAD el mismo que fue de gran ayuda, una vez que se realizó el recorrido en campo se procedió a elaborar y a direccionar una capa del recorrido del vehículo de residuos sólidos en AutoCAD de tal manera como se presenta en la Figura 5-3, en donde la ruta actual se presenta de coloración verde.



En cambio, en la tabla 5-3 se establece los nombres de las avenidas y calles por las cuales el vehículo de recolección circula en la actualidad, esta tabla es una complementación de la figura 5-3 para una mayor comprensión.



**Figura 5-3.** Recorrido actual del sistema de recolección de desechos sólidos

Elaborado por: Shagui, Diego, 2022.

En la cabecera cantonal la recolección de desechos sólidos se lo realiza 4 veces a la semana, es decir los lunes, miércoles, viernes y domingos, y en los sectores y comunidades cercanas al casco urbano como lo es San Luis y San José se lo realiza los días martes y Jueves respectivamente (GADM-TAISHA, 2019b, p. 69). Por otra parte, el personal de planta que labora en la recolección de desechos manifestó que en las comunidades aledañas como: Panki, Shinkiatam, Tuutinentza la recolección se realiza cada 15 días.

**Tabla 5-3.** Descripción del recorrido de recolección actual

| <b>Desde</b>                 | <b>Hasta</b>               |
|------------------------------|----------------------------|
| Pasaje Antun                 | Roberto Taish              |
| Pasaje Antun y Roberto Taish | Roberto Taish y Etsa       |
| Roberto Taish y Etsa         | Etsa y Ayumpum             |
| Etsa y Ayumpum               | Ayumpum y Yaa              |
| Ayumpum y Yaa                | Yaa y Shakaim              |
| Yaa y Shakaim                | Shakaim y Churuwia         |
| Shakaim y Churuwia           | Churuwia y Ayumpum         |
| Churuwia y Ayumpum           | Ayumpum y Yaa              |
| Ayumpum y Yaa                | Yaa y Nunkui               |
| Yaa y Nunkui                 | Nunkui y Shakaim           |
| Nunkui y Shakaim             | Nunkui y 8 de Marzo        |
| Nunkui y 8 de Marzo          | 8 de Marzo y Shakaim       |
| 8 de Marzo y Shakaim         | Shakaim y Tuna             |
| Shakaim y Tuna               | Tuna y Nunkui              |
| Tuna y Nunkui                | Nunkui y Uwi               |
| Nunkui y Uwi                 | Uwi y Rio Kankaim          |
| Uwi y Rio Kankaim            | Rio Kankaim y Yumi         |
| Rio Kankaim y Yumi           | Yumi y Rio Kankaim         |
| Yumi y Rio Kankaim           | Rio Kankaim y Uwi          |
| Rio Kankaim y Uwi            | Uwi y Yumi                 |
| Uwi y Yumi                   | Yumi y Domingo Antun       |
| Yumi y Domingo Antun         | Domingo Antun y Rio Morona |
| Domingo Antun y Rio Morona   | Rio Morona y Roberto Taish |
| Rio Morona y Roberto Taish   | Roberto Taish y Yumi       |
| Roberto Taish y Yumi         | Yumi y domingo Antun       |
| Yumi y Domingo Antun         | Domingo Antun y Uwi        |
| Domingo Antun y Uwi          | Uwi y Ayumpum              |
| Uwi y Ayumpum                | Ayumpum y Yumi             |
| Ayumpum y Yumi               | Yumi y Nunkui              |
| Yumi y Nunkui                | Nunkui y Arutam            |
| Nunkui y Arutam              | Arutam y Salida a Pimpints |
| Arutam y Salida a Pimpints   | Arutam y P. Tomas Brown    |

|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Arutam y P. Tomas Brown          | P. Tomas Brown y Nunkui          |
| P. Tomas Brown y Nunkui          | Nunkui y Julio Nunink            |
| Nunkui y Julio Nunink            | Julio Nunink y Arutam            |
| Julio Nunink y Arutam            | Arutam y Yaa                     |
| Arutam y Yaa                     | Yaa y Nunkui                     |
| Yaa y Nunkui                     | Nunkui y Shakaim                 |
| Nunkui y Shakaim                 | Shakaim y Nunkui                 |
| Shakaim y Nunkui                 | Nunkui y Julio Nunink            |
| Nunkui y Julio Nunink            | Julio Nunink y Shakaim           |
| Julio Nunink y Shakaim           | Shakaim y Nantu                  |
| Shakaim y Nantu                  | Nantu y Ayumpum                  |
| Nantu y Ayumpum                  | Ayumpum y Tuntiak                |
| Ayumpum y Tuntiak                | Tuntiak y Shakaim                |
| Tuntiak y Shakaim                | Shakaim y Etsa                   |
| Shakaim y Etsa                   | Etsa y Ayumpum                   |
| Etsa y Ayumpum                   | Ayumpum y Shakaim                |
| Ayumpum y Shakaim                | Shakaim y 8 de Marzo             |
| Shakaim y 8 de Marzo             | 8 de Marzo y Ayumpum             |
| 8 de Marzo y Ayumpum             | Ayumpum y Tuna                   |
| Ayumpum y Tuna                   | Tuna y Shakaim                   |
| Tuna y Shakaim                   | Shakaim y Domingo Antun          |
| Shakaim y Domingo Antun          | Domingo Antun y Pasaje Antun     |
| Domingo Antun y Pasaje Antun     | Pasaje Antun y Roberto Taish     |
| Pasaje Antun y Roberto Taish     | Roberto Taish y Domingo Antun    |
| Roberto Taish y Domingo Antun    | Domingo Antun y 8 de Marzo       |
| Domingo Antun y 8 de Marzo       | 8 de Marzo y Ayumpum             |
| 8 de Marzo y Ayumpum             | Ayumpum y Etsa                   |
| Ayumpum y Etsa                   | Etsa y Domingo Antun             |
| Etsa y Domingo Antun             | Domingo Antun y Nantu            |
| Domingo Antun y Nantu            | Nantu y Roberto Taish            |
| Nantu y Roberto Taish            | Roberto Taish y Yaa              |
| Roberto Taish y Yaa              | Yaa-Pista de Motocross           |
| Yaa-Pista de Motocross           | Yaa y Domingo Antun              |
| Yaa y Domingo Antun              | Domingo Antun y Tuntiak          |
| Domingo Antun y Tuntiak          | Tuntiak y 28 de Junio            |
| Tuntiak y 28 de Junio            | 28 de Junio y Nantu              |
| 28 de Junio y Nantu              | Nantu y Carmelita Jaramillo      |
| Nantu y Carmelita Jaramillo      | Carmelita Jaramillo y Etsa       |
| Carmelita Jaramillo y Etsa       | Etsa y Jorge Benavidez           |
| Etsa y Jorge Benavidez           | Jorge Benavidez y 8 de Marzo     |
| Jorge Benavidez y 8 de Marzo     | 8 de marzo y Carmelita Jaramillo |
| 8 de marzo y Carmelita Jaramillo | Carmelita Jaramillo y Etsa       |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Carmelita Jaramillo y Etsa  | Etsa y Roberto Taish   |
| Etsa y Roberto Taish        | Roberto Taish y 28 de Junio  |
| Roberto Taish y 28 de Junio | 28 de Junio y 8 de Marzo   |
| 28 de Junio y 8 de Marzo    | 8 de Marzo y Roberto Taish   |
| 8 de Marzo y Roberto Taish  | Roberto Taish y Etsa   |
| Roberto Taish y Etsa        | Etsa y Ayumpum   |
| Etsa y Ayumpum              | Ayumpum y Yaa  |
| Ayumpum y Yaa               | Yaa y Domingo Antun  |
| Yaa y Domingo Antun         | Domingo Antun y Churuwia   |
| Domingo Antun y Churuwia    | Churuwia y Ayumpum   |
| Churuwia y Ayumpum          | Ayumpum y Amuntai  |
| Ayumpum y Amuntai           | Amuntai y Ayumpum  |
| Amuntai y Ayumpum           | Ayumpum y Yaa  |
| Ayumpum y Yaa               | Yaa y Nunkui   |
| Yaa y Nunkui                | Nunkui y P. Tomas Brown  |
| Nunkui P. Tomas Brown       | P. Tomas Brown al Hospital   |
| Hospital                    | Nunkui y P. Tomas Brown  |
| Nunkui y P. Tomas Brown     | P. Tomas Brown y Arutam  |
| P. Tomas Brown y Arutam     | Arutam vía al Camal  |
| Camal                       | P. Tomas Brown y Arutam  |
| P. Tomas Brown y Arutam     | P. Tomas Brown y Arutam hasta Vía a Tuutinentza para dirigirse al botadero de basura |

**Realizado por:** Shagui, Diego 2022.

Para el nuevo diseño de la ruta de recolección que se propone se sigue una serie de pasos los cuales se describen a continuación de manera más entendible y detallada:

### **3.5. Recolección de datos espaciales**

De manera primordial se requiere de los planos viales que fueron proporcionados por la municipalidad de Taisha en formato digital y en archivo PDF, de esta manera se pudo extraer los datos con los nombres de las avenidas, calles y el sentido y direcciones de éstas.

Debido a que las capas de las manzanas de la localidad se encontraban en archivos CAD se tuvo que reconstruir el sector sometido a estudio en el software ArcGIS en su plataforma ArcMap porque es allí en donde se hace la interpretación de las avenidas y calles para su respectivo análisis, delimitación de las rutas y la elección de la más factible y coherente con relación al respeto del sentido de las avenidas y calles del cantón, por lo tanto se estableció 12 puntos de control, es decir 3 manzanas para poder georreferenciar de mejor manera la imagen satelital que

proporciona el mismo software ArcGIS mencionando que sus coordenadas fueron levantadas en modelo UTM y de zona 18 Sur.

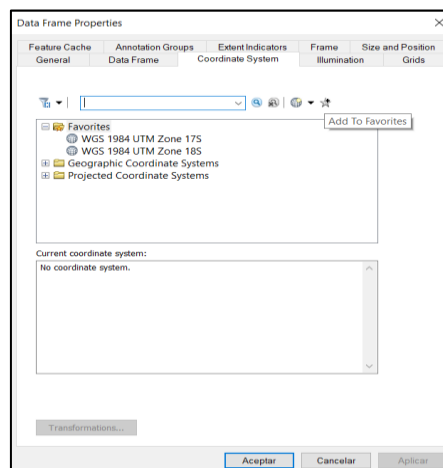
**Tabla 6-3.** Coordenadas UTM de los puntos de control

| Manzana | Longitud (x) | Latitud (y) |
|---------|--------------|-------------|
| 1       | 221109,1     | 9736600,87  |
|         | 221026,14    | 9736598,33  |
|         | 221023,64    | 9736679,79  |
|         | 221106,6     | 9736682,34  |
| 2       | 220909,19    | 9736594,73  |
|         | 220826,23    | 9736592,18  |
|         | 220823,73    | 9736673,64  |
|         | 220906,69    | 9736676,19  |
| 3       | 221224,45    | 9736102,68  |
|         | 221141,49    | 9736100,13  |
|         | 221138,94    | 9736183,09  |
|         | 221221,9     | 9736185,64  |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Una vez que se tiene levantado las coordenadas UTM se procede a registrar en Microsoft Excel y guardarlo en formato *Libro de Excel 97-2003*, caso contrario se puede presentar inconvenientes en la hoja de trabajo ArcMap de ArcGIS.

Como siguiente punto se debe de ingresar a la plataforma ArcMap y configurar la zona de análisis, en la tabla de contenidos ir a **properties>coordinate system>projected coordinate systems>UTM>WGS 1984>southern hemisphere>WGS 1984 zone 18S** y establecer como **add to favorite** para no estar realizando cada vez este procedimiento a la hora de establecer el ArcMap.



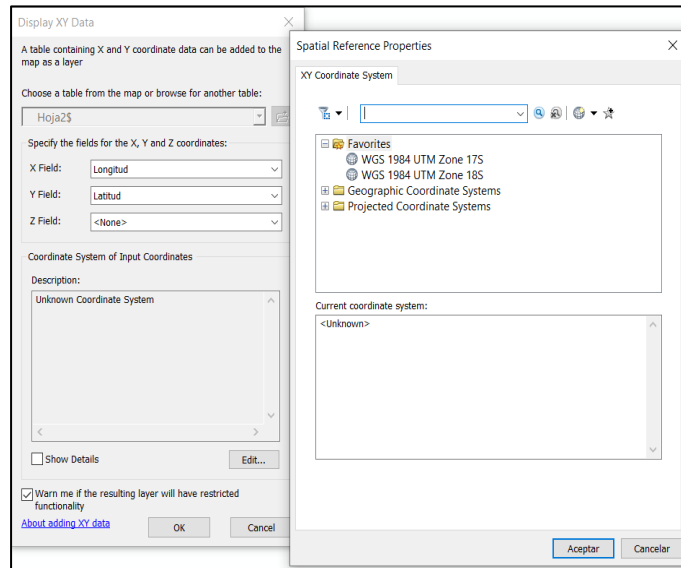
**Figura 6-3.** Selección del sistema de coordenadas a utilizar

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.



Luego de esto se debe de conectar la carpeta y se dirige a **catalog>connect to folder**, seleccionar la carpeta conectada y arrastrar la hoja de Excel a la tabla de contenido, seleccionar **display XY data>elegir en Y la latitud y en X la longitud**, posterior a esto se selecciona el sistema de coordenadas.

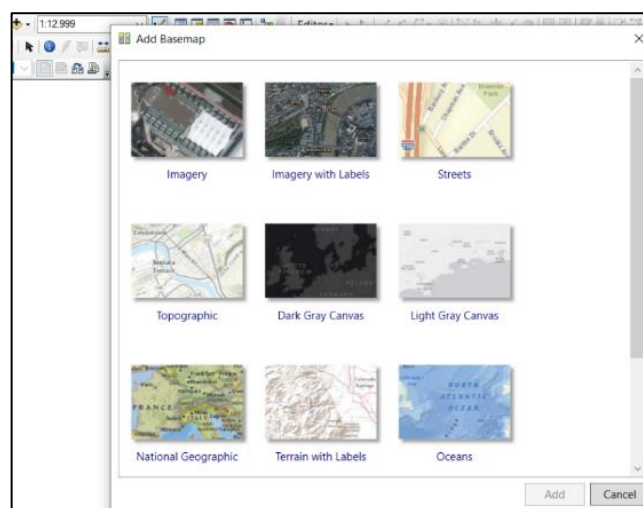


**Figura 7-3.** Delimitación de longitud y latitud

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Cuando los puntos de control ya se visualicen en la hoja de trabajo se debe de guardar en formato shp de tipo punto para poder realizar cualquier edición. Como se tiene los puntos de control ahora es necesario agregar una imagen satelital que facilita el ArcMap, para esto se dirige a **data> add basemap** y elegir el que mejor se acople.



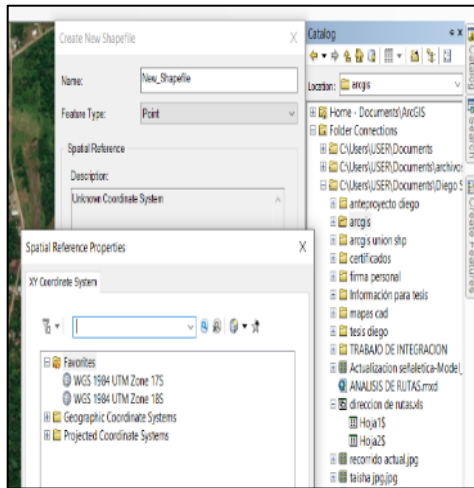
**Figura 8-3.** Selección de un mapa base

**Realizado por:** Shagui, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap

Una vez obtenido un mapa base se debe de crear un shp de tipo línea para reconstruir las vías del cantón, para este se debe de ir a **catalog>seleccionar la carpeta de trabajo>new>shapefile>de tipo polyline** y establecer el sistema de coordenadas. Ver gráfico 9-3.

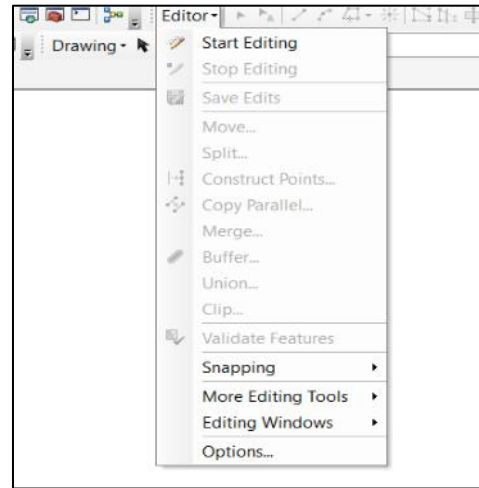
Como ya se tiene creado el archivo shp y para realizar cualquier tipo de trazos de las líneas de las vías primero se debe de habilitar la edición para poder ejecutar las líneas y de esta forma reconstruir la vialidad del centro cantona de Taisha, ver gráfico 10-3.



**Figura 9-3.** Crear nuevo shapefile

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap



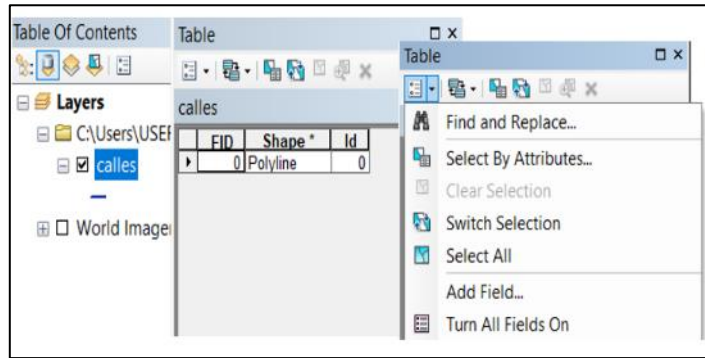
**Figura 10-3.** Habilitar edición

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap

En el archivo shp se establece el sentido de las vías las mismas que van de Norte a Sur en doble sentido o en un solo sentido, así como también las vías que aún carecen de una especificación de sentidos y de igual forma las vías que van de Este a Oeste o de Oeste a Este su dirección ya establecida por parte de la Unidad de Tránsito, para una mayor comprensión se puede visualizar la figura 12-3 donde se visualiza un mapa con las respectivas vías y sus diferentes sentidos de circulación.

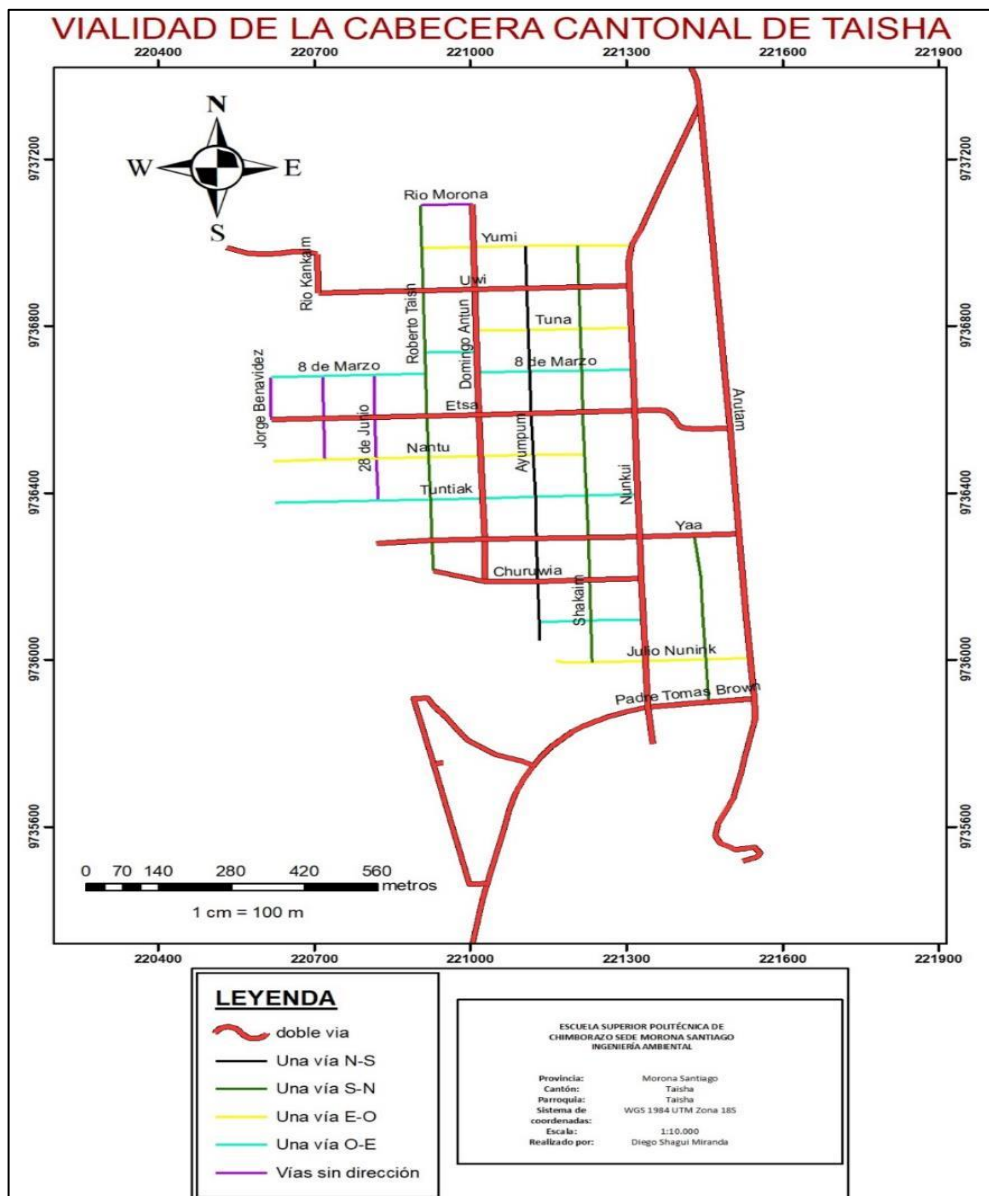
A su vez la tabla de contenidos del shp de las vías debe tener otros campos, para eso se necesita crear y se lo realiza seleccionando el archivo **shp de vías>open attribute table>table options>add field**, en la tabla 7-3 se indica los nuevos campos que debe de contener el archivo shp de líneas de las vías.



**Figura 11-3.** Crear nuevos campos en un shp

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Nota: capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap



**Figura 12-3.** Vialidad del Centro Cantonal Taisha

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

**Tabla 7-3.** Campos de la tabla de atributos del shp de vías

| <b>Campo</b> | <b>Tipo</b> |
|--------------|-------------|
| Nombre       | Texto       |
| Categoría    | Texto       |
| Jerarquía    | doble       |
| F_NODO       | Doble       |
| T_NODO       | Doble       |
| FT minutos   | Doble       |
| TF minutos   | Doble       |
| Longitud     | Doble       |
| Oneway       | Texto       |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

### **3.6. Datos de los campos de la tabla de atributos del archivo shapefile**

#### **3.6.1. Nombre**

En este campo se especifica la nomenclatura de las vías del cantón Taisha de tal forma como se visualiza en la tabla 4-3.

#### **3.6.2. Categoría y Jerarquía**

De acuerdo a como menciona (Mendoza, 2008, p. 109) la categoría es la especificación principal de la vía de mayor a menor rango, y la jerarquía ordena la infraestructura vial de tal forma que permite decidir que vías de circulación se acomodan a una determinada categoría de circulación.

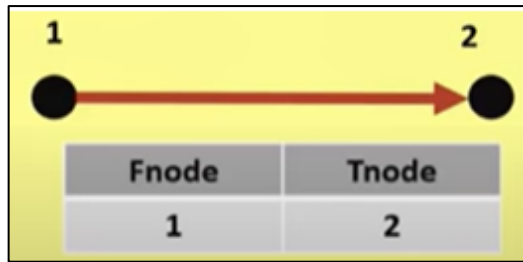
**Tabla 8-3.** Tabla de categoría y jerarquía

| <b>Categoría</b> | <b>Jerarquía</b> |
|------------------|------------------|
| Carretera        | 1                |
| Avenida          | 2                |
| Calle            | 3                |
| Sin especificar  | 4                |

Fuente: (Mendoza, 2008, p. 109).

#### **3.6.3. F\_Nodo y T\_Nodo**

Son campos de puntos que señalan fragmentos de líneas en la cual *F\_Nodo* es el inicio del segmento y *T\_Nodo* es el final del mismo segmento de línea, es decir nodo inicial y nodo final respectivamente.



**Figura 13-3.** Representación gráfica de los nodos iniciales y finales

**Fuente:** (MasterGIS, 2018).

### 3.6.4. *FT\_minutos* y *TF\_minutos*

Representa los minutos en que tarde en recorrer el vehículo de recolección en cada uno de los segmentos de la vía (Alvarado y Cabrera, 2020, p. 42). Por otra parte (Cusco y Picón, 2015, p. 38) menciona que FT representa los minutos desde-hacia (nodo inicial hacia nodo final), y TF los minutos en el sentido hacia-desde (nodo final hacia nodo inicial).

De acuerdo a como establece la (ANT, 2015, p. 23) en el Reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial en su capítulo VI art. 191 se señala los límites de velocidad permitidos en los diferentes tipos de vías.

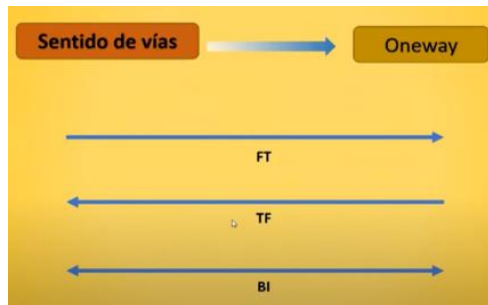
**Tabla 9-3.** Límites de velocidad para vehículos de carga

| Tipo de vía          | Límite máximo | Rango moderado     | Fuera del rango moderado |
|----------------------|---------------|--------------------|--------------------------|
| Urbana               | 40 km/h       | 40 km/h – 50 km/h  | 50 km/h                  |
| Perimetral           | 70 km/h       | 70 km/h – 95 km/h  | 95 km/h                  |
| Rectas en carreteras | 70 km/h       | 70 km/h – 100 km/h | 100 km/h                 |
| Curva en carreteras  | 40 km/h       | 40 km/h – 60 km/h  | 60 km/h                  |

**Fuente:** (ANT, 2015, p. 23).

### 3.6.5. *Oneway*

Se establece el sentido de circulación de las vías, para lo cual si es en un solo sentido desde el nodo inicial al nodo final se identifica con **FT** (from to), y si es al sentido contrario **TF** (to from), en cambio si la vía presenta doble sentido de circulación se coloca las iniciales **BI** (Alvarado y Cabrera, 2020, p. 20).

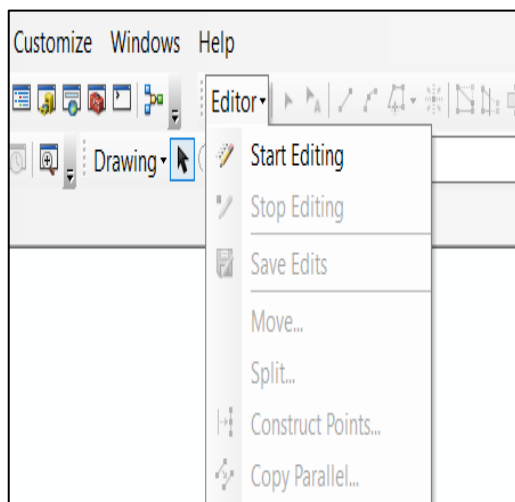


**Figura 14-3.** Representación del sentido de vías

Fuente: (MasterGIS, 2017).

### 3.7. Creación de Geodatabase y Network Dataset

Antes de empezar a crear el *geodatabase*, se requiere que se recorte las líneas de vías en los puntos donde existe una intersección entre las diferentes calles y avenidas para de esta manera poder establecer los nodos o junctions o simplemente conexiones, pero sin antes establecer los campos que se especificaron en la tabla 8-3 del shp de trabajo, para luego dirigirse a la ventana *Editor* y elegir la opción *start editing* y seleccionar todas las líneas.

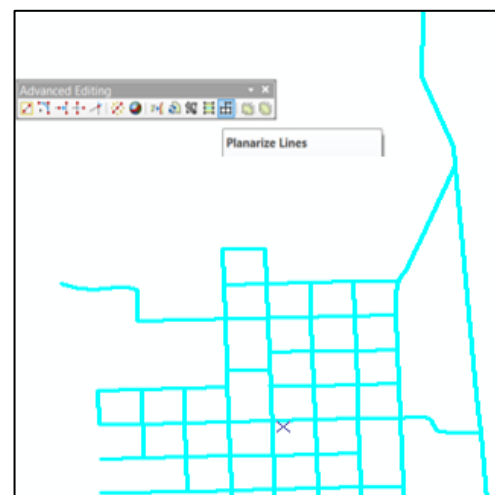


**Figura 15-3.** Habitación para editar

cualquier archivo shp

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS de la hoja de trabajo ArcMap.



**Figura 16-3.** División de intersección de líneas

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS de la hoja de trabajo ArcMap.

Posterior a esto se seleccionaron todas las líneas se busca la pestaña **advanced editing** y se activa la opción **planarize lines**, la misma que hace una separación de las líneas que se intersectan con otras. Ver gráfico 17-3.

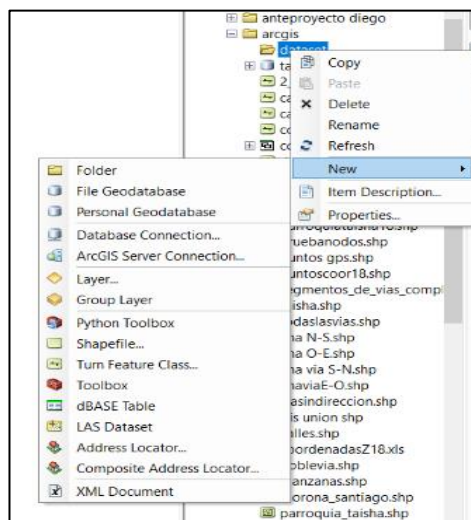


**Figura 17-3.** División por segmentos de líneas

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Una vez realizado lo anterior se procede a crear el Geodatabase, para esto se accede a la carpeta de trabajo que está conectada a ArcMap, clic derecho y elegir la opción **new>Geodatabase** y en este caso se lo registró con el nombre de *Taishageo*.

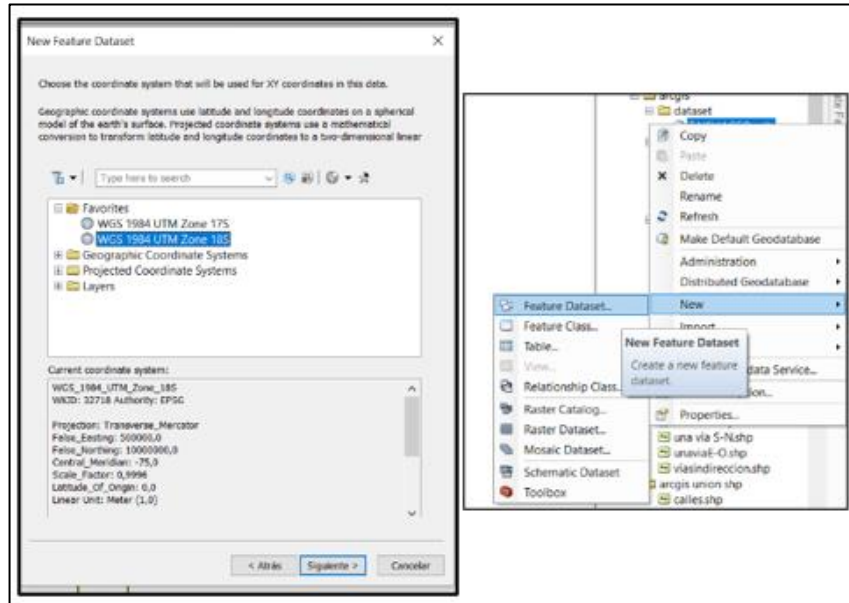


**Figura 18-3.** New file Geodatabase

**Realizado por:** Shagui, Diego 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Seguido de esto sobre el geodatabase creado se accede a las opciones para ir a **new>feature dataset**, y se selecciona el sistema de coordenadas de la zona de estudio, luego el feature dataset se lo registró con el nombre de *TaishaFeature*.

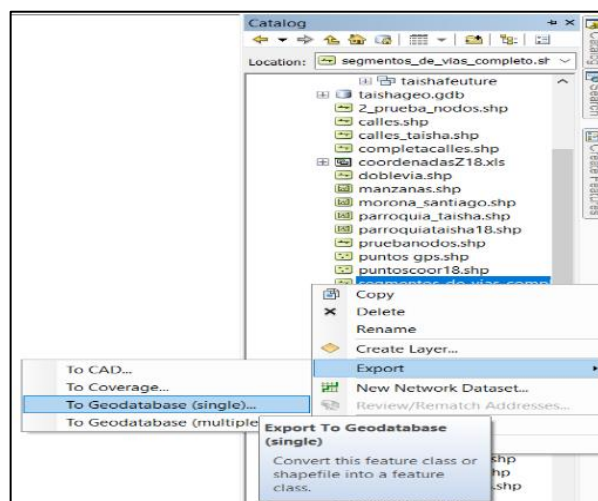


**Figura 19-3.** Creación del Feature Dataset

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Nota: capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Para poder analizar los nodos se debe de exportar el shp de vías por segmentos al feature dataset creado, y para exportar se dirige a TaishaFeature abrir las opciones y elegir **export>to geodatabase single**.



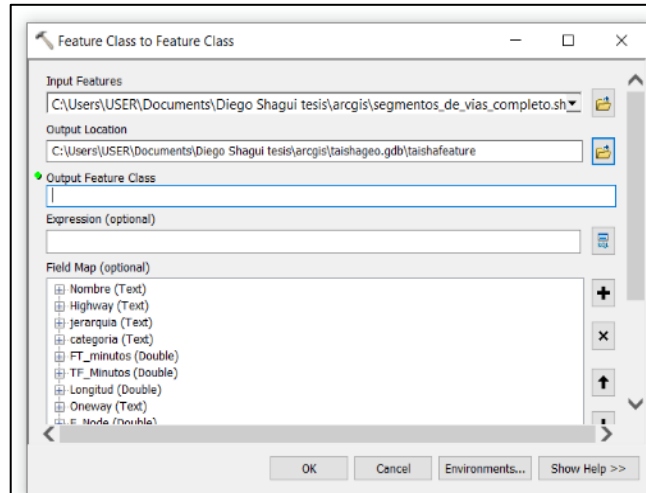
**Figura 20-3.** Exportar el shp de los segmentos dentro del Feature Dataset

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Nota: capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.



Luego de seleccionar **To Geodatabase (single)** se despliega las opciones, en el campo **Output Location** se selecciona el Feature Dataset, y en el campo **Output Feature Class** se agrega un nuevo nombre, en este caso se registró como *Taishavia*.

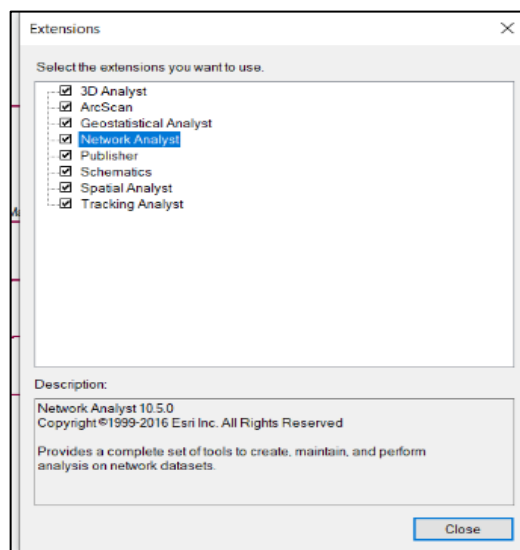


**Figura 21-3.** Exportar el archivo shp dentro del Feature Dataset

**Realizado por:** Shagui, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Antes de empezar con el procedimiento para realizar el **Network Dataset** se tiene que comprobar que la extensión **Network Analyst** este activada, caso contrario no se tendrá ningún resultado para su interpretación.

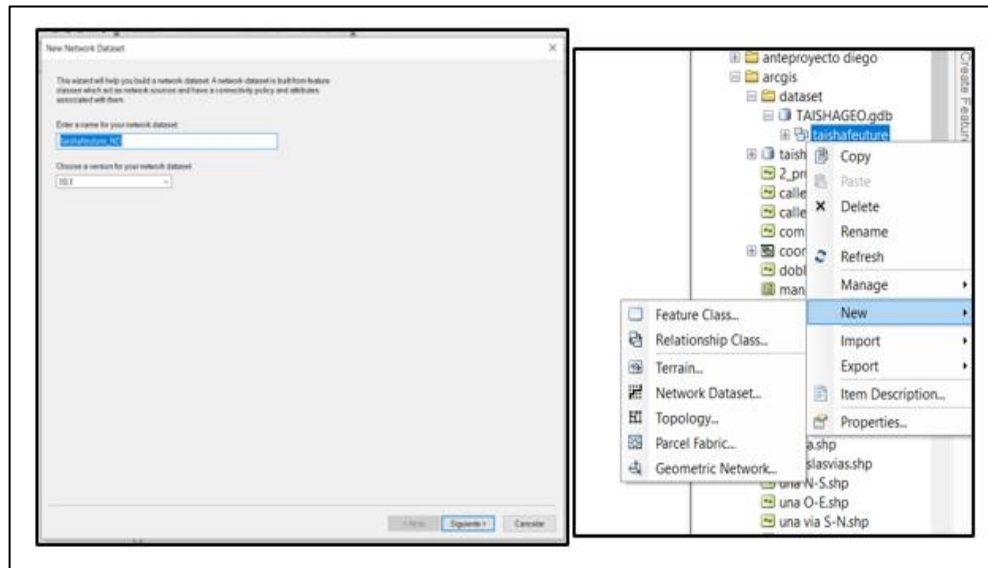


**Figura 22-3.** Visualización de las extensiones activas

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Después de que fue revisada las extensiones habilitadas se debe desplegar las opciones del archivo Feature Dataset (taishafeature) y seleccionar **new>Network Dataset**, la primera pestaña que se despliega se le deja por defecto y seleccionar **siguiente**.

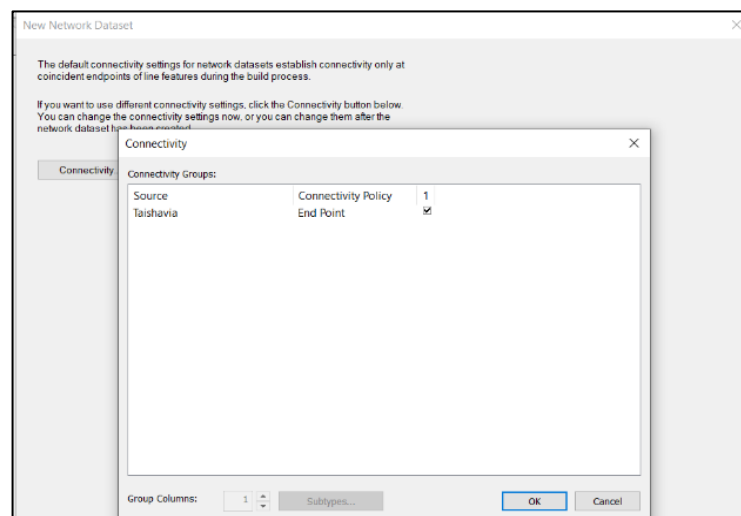


**Figura 23-3.** Network Dataset

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

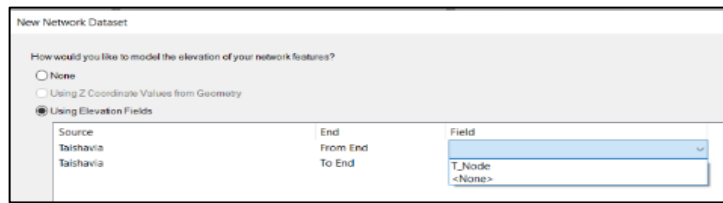
Abrir la opción **Connectivity** y en el campo **Connectivity Policy** establecer como **End Point** y dar **siguiente**, ver figura 24-3. Posterior a esto se despliega una ventana (ver figura 25-3) en la cual en el campo **Field** en relación a **From End** establecer con T\_Nodo y en **To end** F\_Nodo.



**Figura 24-3.** Campo de configuración en Network Dataset

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

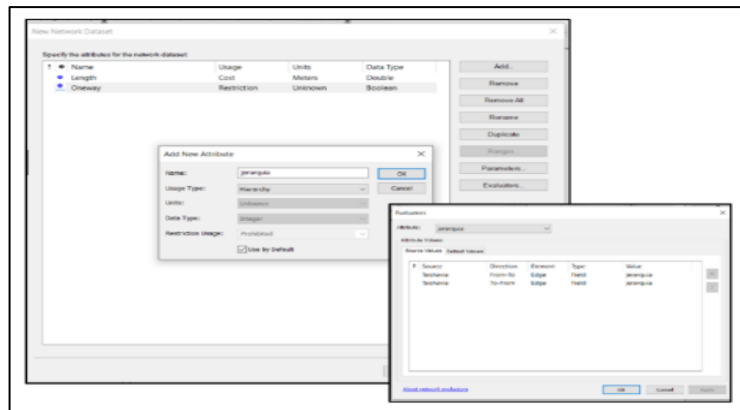
**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.



**Figura 25-3.** Campo de configuración en Network Dataset

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.



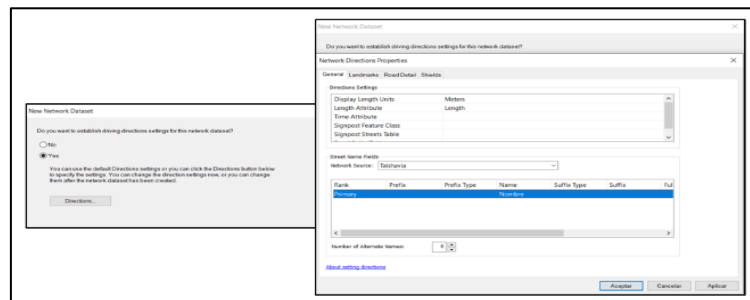
**Figura 26-3.** Campo de configuración en Network Dataset

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Seguidamente aparece una nueva ventana con los campos que por defecto están por analizarse, pero se debe establecer un nuevo campo, y para su creación se debe seleccionar la opción **Add**, y se registra el campo con el atributo de **Jerarquía**, se selecciona **ok** y **siguiente**. Ver figura 26-3. En este campo es muy importante que aparezca el atributo de **Oneway** porque es el que establece el sentido de las vías.

En la siguiente pestaña aparece un cuadro de notificación en el que se debe elegir la opción de **Yes**, luego abrir **directions**, en la opción de **Display Length Units** seleccionar la distancia en **meters** y **aceptar**.

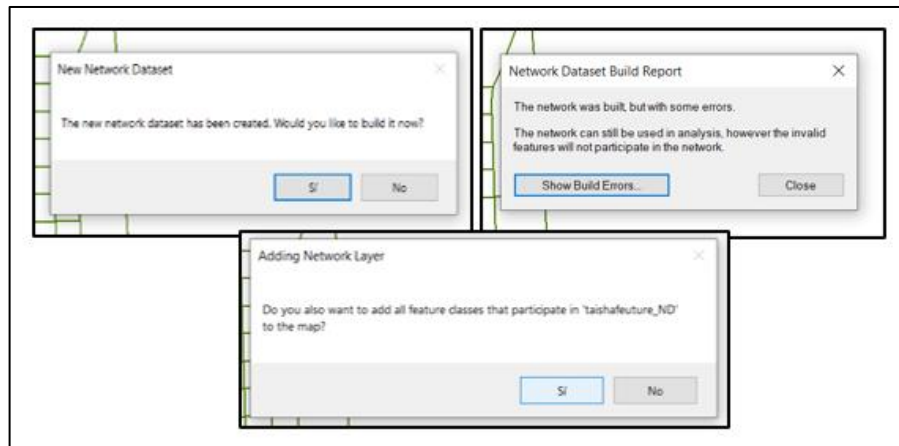


**Figura 27-3.** Campo de Configuración en Network Dataset

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

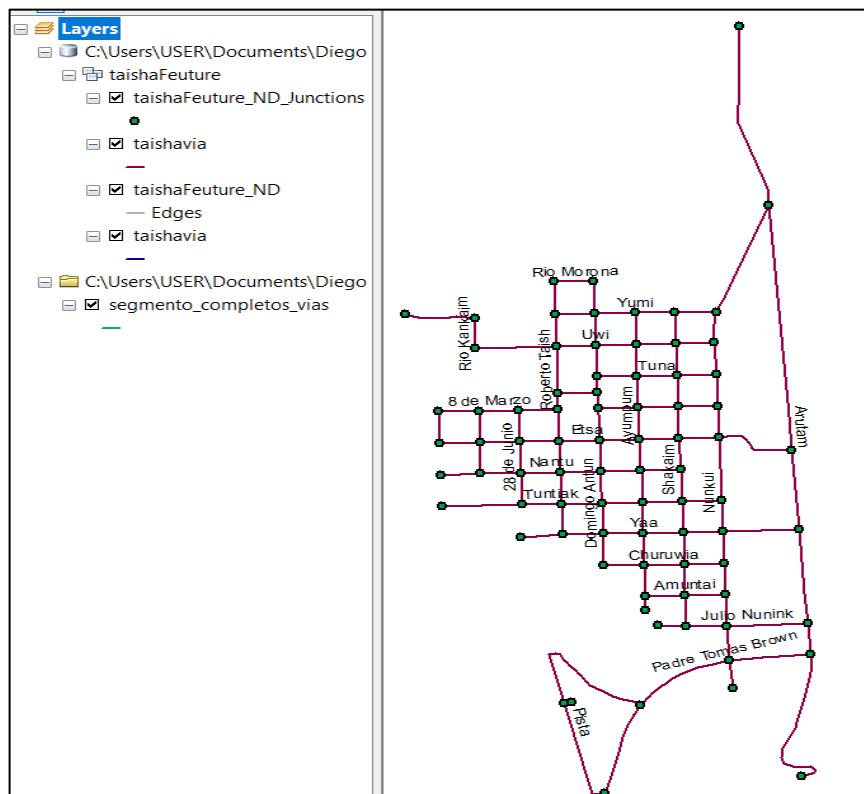
Una vez realizado lo mencionado anteriormente se despliega una pestaña en la cual se debe seleccionar la opción **Si**, posterior a esto aparece una nueva pestaña en el que se elige **Close**, en la siguiente se elige **Si**; de esta manera es como aparecen puntos de conexión y es ahí en donde ya se puede realizar un análisis de rutas adecuadas (ver figura 29-3).



**Figura 28-3.** Campo de configuración en Network Dataset

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Nota: capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.



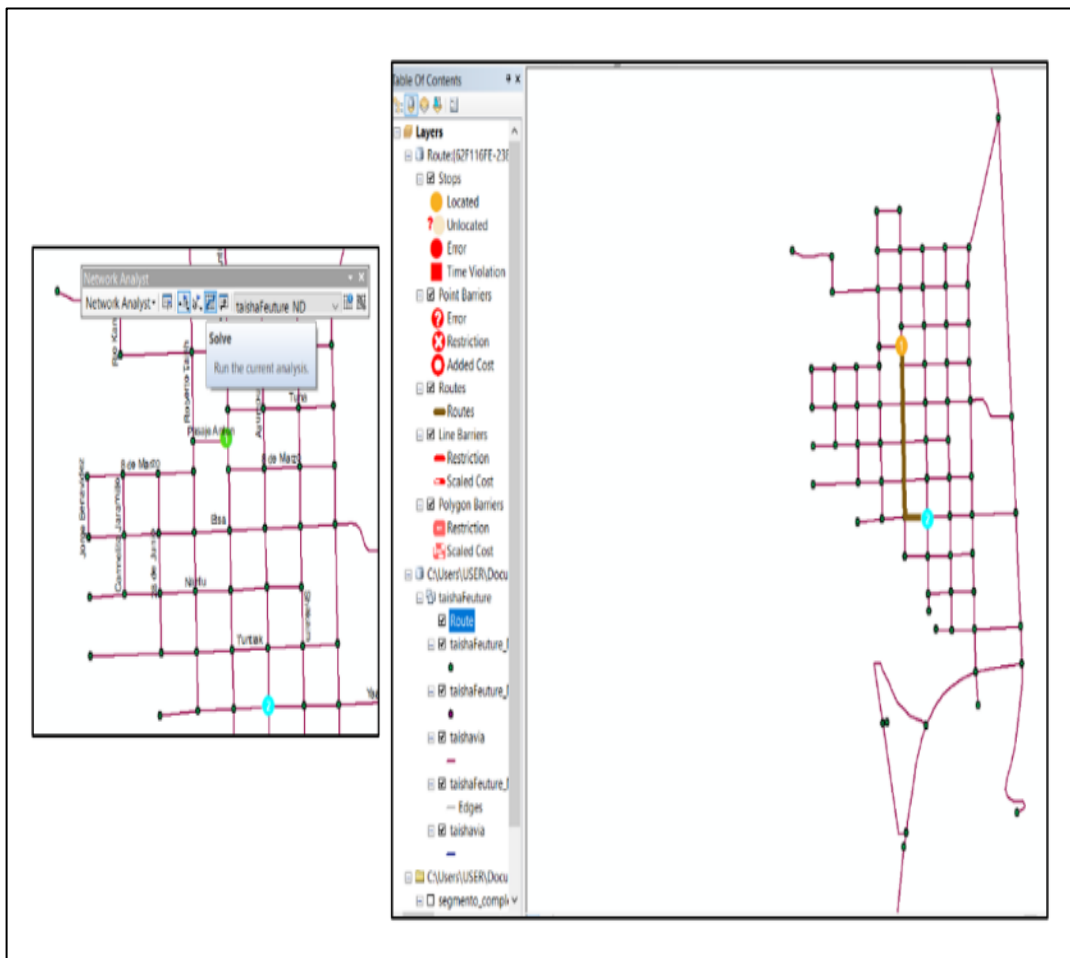
**Figura 29-3.** Delimitación de Junctions

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Nota: capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

Para determinar por medio del software la ruta más adecuada y respetando el sentido de la vialidad establecida, se selecciona la extensión **Network Analyst** y escoger **new rote>Create Network Location Tool>Solve**. (Ver figura 30-3 y 31-3).

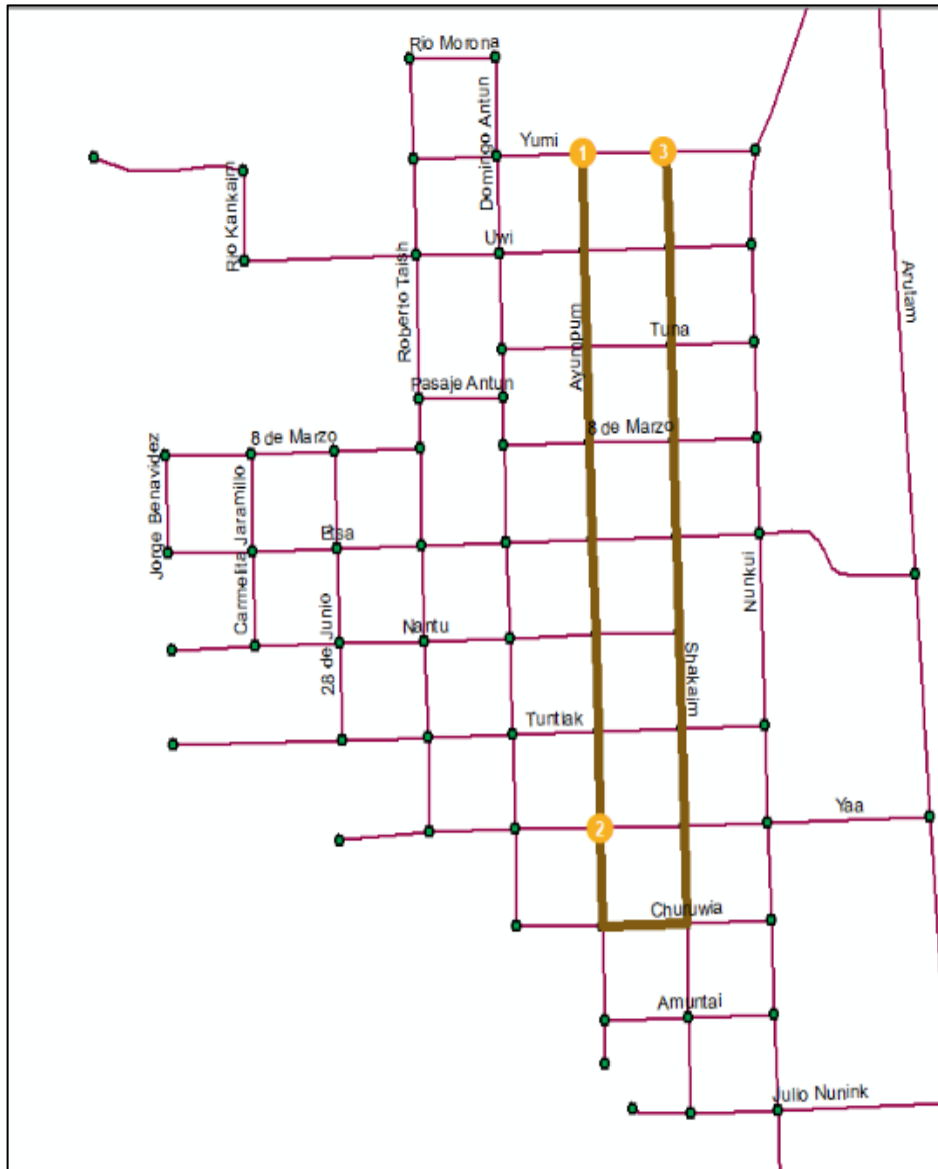
De esta manera fue como se estableció las nuevas rutas con un análisis técnico, pero respetando el sentido de las vías de tal forma que no se genere inconvenientes con las autoridades de control en relación con las contravenciones de tránsito. Por otra parte, se tuvo que recorrer a diario las avenidas y calles del cantón para contrarrestar y tener la idea clara del trabajo de campo, de manera que al determinar la nueva ruta de circulación del vehículo de recolección de desechos sólidos tenga un mejor resultado y forje un beneficio para el cantón y la sociedad de Taisha.



**Figura 30-3.** Análisis de redes

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.



**Figura 31-3.** Generación de rutas

**Realizado por:** Shagui, Diego, 2022.

**Nota:** capturas sacadas del software ArcGIS 10.5 de la hoja de trabajo ArcMap.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Parámetros analizados en la caracterización de residuos sólidos

De acuerdo con lo establecido por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) para realizar la caracterización de residuos es necesario desechar la primera muestra, es decir desechar todas las bolsas de basura recolectadas del primer día.

##### 4.1.1. PPC

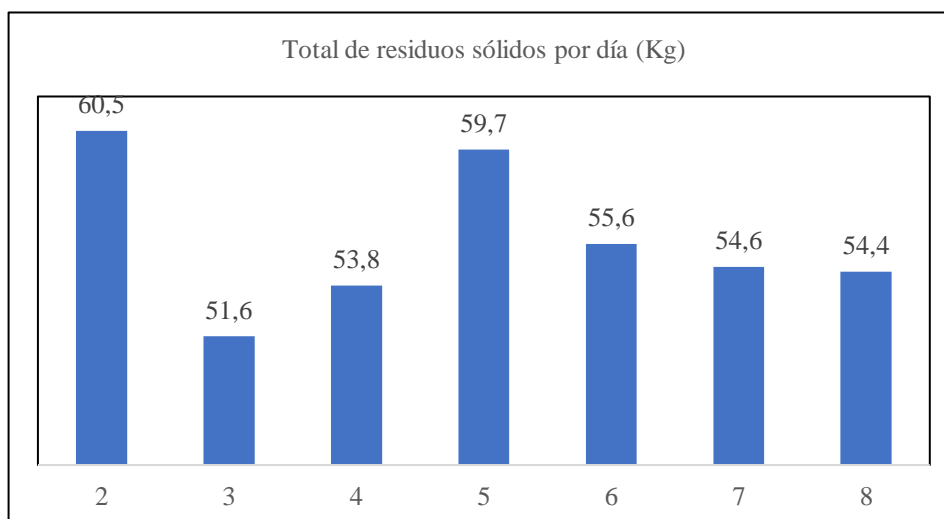
Una vez recolectadas las fundas negras y rayadas de los 20 domicilios monitoreados, por cada día se realiza un pesaje, pero recordando que la primera muestra del día 1 tiene que ser desechada, por lo que no se toma en consideración en ningún parámetro analizado.

**Tabla 1-4.** Cantidad de residuos sólidos generados en el centro cantonal Taisha

| Día           | Fecha     | Peso de residuos orgánicos (Kg) | Peso de residuos inorgánicos (Kg) | Peso total de residuos sólidos (Kg) | Promedio (Kg) |
|---------------|-----------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 1 (jueves)    | 27/1/2022 | -                               | -                                 | -                                   | 55,74         |
| 2 (viernes)   | 28/1/2022 | 38,8                            | 21,7                              | 60,5                                |               |
| 3 (sábado)    | 29/1/2022 | 33,2                            | 18,4                              | 51,6                                |               |
| 4 (domingo)   | 30/1/2022 | 34,7                            | 19,1                              | 53,8                                |               |
| 5 (lunes)     | 31/1/2022 | 39,5                            | 20,2                              | 59,7                                |               |
| 6 (martes)    | 1/2/2022  | 37,4                            | 18,2                              | 55,6                                |               |
| 7 (miércoles) | 2/2/2022  | 39,2                            | 15,4                              | 54,6                                |               |
| 8 (jueves)    | 3/2/2022  | 36,8                            | 17,6                              | 54,4                                |               |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Para un mejor análisis se establece el siguiente gráfico:



**Gráfico 1-4.** Generación diaria de residuos sólidos

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Analizando el gráfico 1-4 se deduce que el día 2 y 5 se genera mayor cantidad de residuos 60,5 y 59,7 kg, correspondiente al día viernes y lunes respectivamente, esto se debe principalmente a que el día viernes la ciudadanía por lo general accede a viajar en horas de la tarde y la recolección se lo realiza en horas de la mañana facilitando la entrega de desechos para el análisis, a su vez el día lunes debido al ingreso de la ciudadanía quienes depositan residuos sólidos por la adquisición de algunas compras adquiridas durante el fin de semana.

En la tabla 2-4 se señala los resultados obtenidos en la generación o producción per cápita dentro del área urbana del cantón Taisha y en la tabla 3-4 la PPC de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

**Tabla 2-4.** PPC de área urbano de Taisha

| Día | Total de muestras | Total de habitantes monitoreados | Residuos sólidos generados | PPC (Kg/hab/día) | Promedio de PPC (Kg/hab/día) |
|-----|-------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------|
| 2   | 20                | 80                               | 60,5                       | 0,75625          | 0,70                         |
| 3   | 20                | 80                               | 51,6                       | 0,645            |                              |
| 4   | 20                | 80                               | 53,8                       | 0,6725           |                              |
| 5   | 20                | 80                               | 59,7                       | 0,74625          |                              |
| 6   | 20                | 80                               | 55,6                       | 0,695            |                              |
| 7   | 20                | 80                               | 54,6                       | 0,6825           |                              |
| 8   | 20                | 80                               | 54,4                       | 0,68             |                              |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.



**Tabla 3-4.** PPC de materia orgánica e inorgánica de Taisha

| <b>Día</b>                  | <b>Peso de residuos orgánicas</b> | <b>Peso de residuos inorgánicos</b> | <b>Total de habitantes monitoreados</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 2                           | 38,8                              | 21,7                                | 80                                      |
| 3                           | 33,2                              | 18,4                                | 80                                      |
| 4                           | 34,7                              | 19,1                                | 80                                      |
| 5                           | 39,5                              | 20,2                                | 80                                      |
| 6                           | 37,4                              | 18,2                                | 80                                      |
| 7                           | 39,2                              | 15,4                                | 80                                      |
| 8                           | 36,8                              | 17,6                                | 80                                      |
| <b>Total</b>                | 259,6                             | 130,6                               | 560                                     |
| PPC orgánico (Kg/hab/día)   |                                   | <b>0,47</b>                         |   |
| PPC inorgánico (Kg/hab/día) |                                   | <b>0,23</b>                         |   |
| PPC total (Kg/hab/día)      |                                   | <b>0,70</b>                         |   |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

De acuerdo al “Estudio técnico de factibilidad y diseños definitivos para la gestión integral de los desechos sólidos y cierre técnico del botadero de basura del cantón Taisha, Provincia de Morona Santiago” determina la producción per cápita del año 2018 es igual a 0,53 Kg/hab/día (GADM-TAISHA, 2019b, pp. 120-121). Pero en relación con el año en curso se determinó que la producción per cápita es equivalente a 0,70 Kg/hab/día, es decir aumentado en 0.17 kilogramos por habitante por cada día, dando como resultado final una generación diaria de residuos sólidos de 1017,8 kg/día o 1,0178 toneladas de residuos diarios en el centro cantonal de Taisha.

A continuación, se detalla una proyección hasta el año 2030 de la generación diaria de residuos sólidos de la población del centro cantonal de Taisha.

**Tabla 4-1.** Proyección de la generación diaria de residuos sólidos

| <b>Año</b> | <b>n</b> | <b>Pi (hab)</b> | <b>Pf (hab)</b> | <b>PPC (Kg/hab/día)</b> |
|------------|----------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| 2022       | 0        | 1454            | 1500            | 0,70                    |
| 2023       | 1        | 1500            | 1547            | 0,77                    |
| 2024       | 2        | 1547            | 1595            | 0,84                    |
| 2025       | 3        | 1595            | 1645            | 0,92                    |
| 2026       | 4        | 1645            | 1696            | 1,01                    |
| 2027       | 5        | 1696            | 1749            | 1,11                    |
| 2028       | 6        | 1749            | 1804            | 1,22                    |
| 2029       | 7        | 1804            | 1861            | 1,34                    |
| 2030       | 8        | 1861            | 1919            | 1,47                    |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

#### ***4.1.2. Composición***

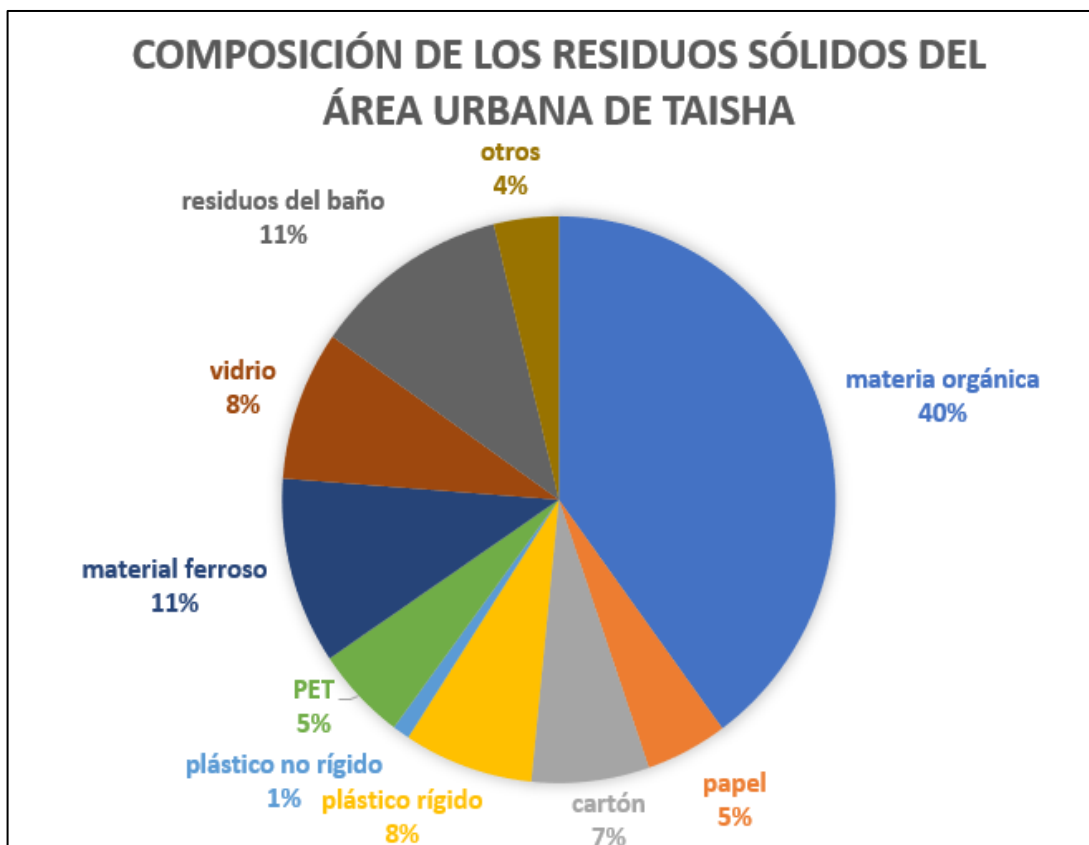
Para determinar la composición se aplicó el método del cuarteo hasta llegar a una muestra manejable. En la tabla 5-4 se detalla los valores obtenidos en los días de muestreo en relación con los componentes de los residuos sólidos generados en el área urbana de Taisha y su respectivo porcentaje:

**Tabla 5-4.** Pesos y porcentajes de los diferentes componentes de los residuos sólidos

| Tipo de residuo           | Día 2       |            | Día 3       |            | Día 4       |            | Día 5       |            | Día 6       |            | Día 7       |            | Día 8       |            | TOTAL        | TOTAL      |
|---------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|
|                           | Kg          | %          | Kg          | %          | Kg          | %          | Kg          | %          | Kg          | %          | Kg          | %          | Kg          | %          | Kg           | %          |
| <b>materia orgánica</b>   | 14,2        | 36,9       | 12,2        | 33,5       | 16,2        | 48,1       | 18,5        | 47,1       | 14,5        | 38,6       | 13,8        | 38,1       | 14,3        | 38,8       | 103,7        | 40,1       |
| <b>papel</b>              | 1,8         | 4,7        | 2,4         | 6,6        | 1,7         | 5,0        | 1,9         | 4,8        | 2,1         | 5,6        | 1,6         | 4,4        | 0,8         | 2,2        | 12,3         | 4,8        |
| <b>cartón</b>             | 2,1         | 5,5        | 1,6         | 4,4        | 2,7         | 8,0        | 3,1         | 7,9        | 2,4         | 6,4        | 3,2         | 8,8        | 2,8         | 7,6        | 17,9         | 6,9        |
| <b>plástico rígido</b>    | 2,2         | 5,7        | 3,4         | 9,3        | 2,1         | 6,2        | 2,4         | 6,1        | 4,2         | 11,2       | 1,7         | 4,7        | 3,6         | 9,8        | 19,6         | 7,6        |
| <b>plástico no rígido</b> | 0,4         | 1,0        | 0,1         | 0,3        | 0,5         | 1,5        | 0,3         | 0,8        | 0,8         | 2,1        | 0,2         | 0,6        | 0,3         | 0,8        | 2,6          | 1,0        |
| <b>PET</b>                | 2,3         | 6,0        | 2           | 5,5        | 1,7         | 5,0        | 1,9         | 4,8        | 2,3         | 6,1        | 2,1         | 5,8        | 1,7         | 4,6        | 14           | 5,4        |
| <b>material ferroso</b>   | 5,8         | 15,1       | 6,1         | 16,8       | 3,1         | 9,2        | 3,6         | 9,2        | 3,4         | 9,0        | 2,5         | 6,9        | 3,1         | 8,4        | 27,6         | 10,7       |
| <b>vidrio</b>             | 3,4         | 8,8        | 4,2         | 11,5       | 2,2         | 6,5        | 1,4         | 3,6        | 2,1         | 5,6        | 4,2         | 11,6       | 4,7         | 12,7       | 22,2         | 8,6        |
| <b>residuos del baño</b>  | 5,6         | 14,5       | 3,2         | 8,8        | 2,4         | 7,1        | 5,3         | 13,5       | 4,7         | 12,5       | 4,2         | 11,6       | 4,4         | 11,9       | 29,8         | 11,5       |
| <b>otros</b>              | 0,7         | 1,8        | 1,2         | 3,3        | 1,1         | 3,3        | 0,9         | 2,3        | 1,1         | 2,9        | 2,7         | 7,5        | 1,2         | 3,3        | 8,9          | 3,4        |
| <b>Total</b>              | <b>38,5</b> | <b>100</b> | <b>36,4</b> | <b>100</b> | <b>33,7</b> | <b>100</b> | <b>39,3</b> | <b>100</b> | <b>37,6</b> | <b>100</b> | <b>36,2</b> | <b>100</b> | <b>36,9</b> | <b>100</b> | <b>258,6</b> | <b>100</b> |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

En relación con el gráfico 2-4 y a la tabla 5-4 se llegó a obtener un porcentaje total de 40,1% de materia orgánica, 4,8% de papel blanco (boom). 6,9% de cartón, 7,6 de plástico rígido, 1% de plástico no rígido, 5,4% de PET, 10,7 de material ferroso, 8,6% de vidrio; 11.5% de residuos de baño y 3,8% de otros materiales.



**Gráfico 2-4.** Porcentaje de composición de los residuos sólidos

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Por lo tanto, se determinó que durante el tiempo de estudio de la caracterización de residuos sólidos del área urbana del cantón Taisha se generó mayor cantidad de materia orgánica.

#### 4.1.3. Densidad

En la siguiente tabla se detalla los valores resultantes del cálculo de la densidad de los residuos sólidos, tomando en consideración al igual que los demás parámetros que todas las muestras del día 1 son desechadas.

**Tabla 6-4.** Densidad de los residuos sólidos del centro Cantonal Taisha

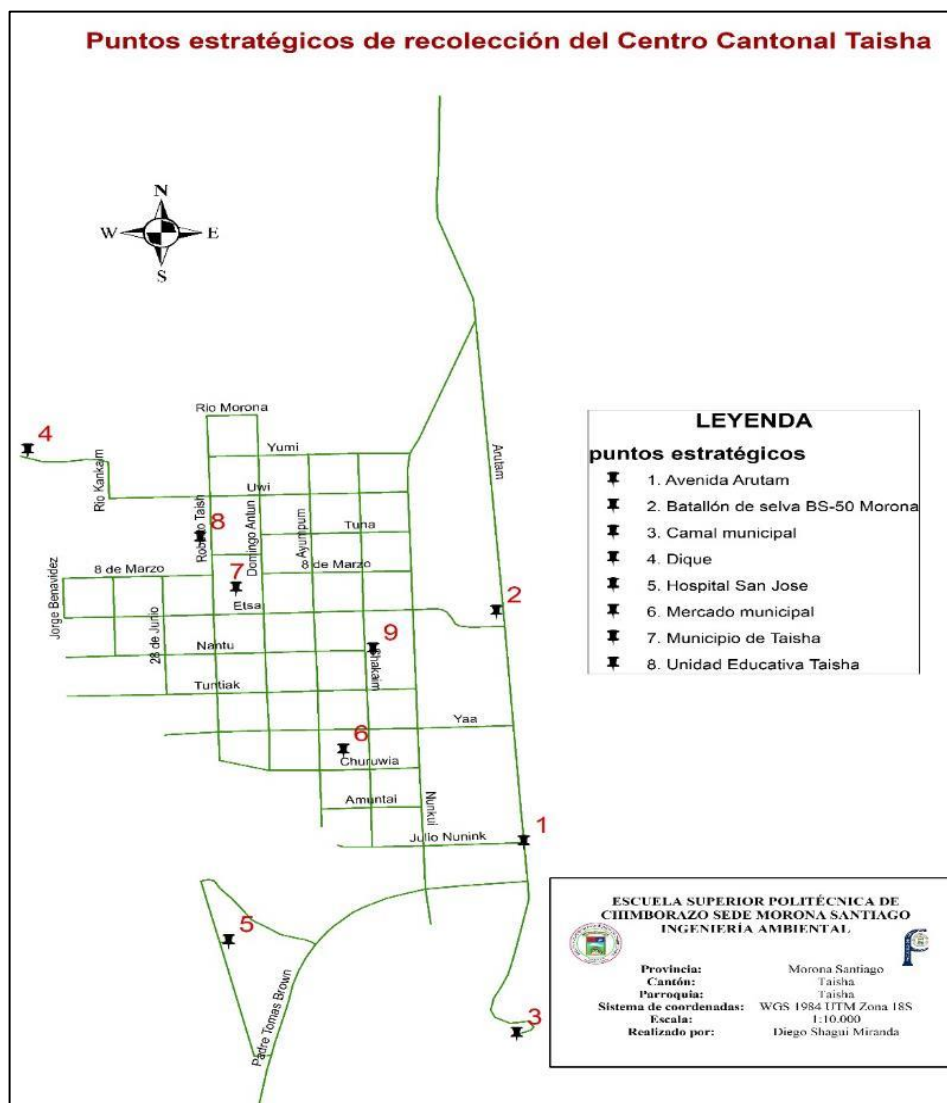
| Día | W del cilindro (Kg) | W total (Kg) | ΔW (Kg) | Diámetro (m) | altura total del cilindro (m) | altura libre del cilindro (m) | Δ de altura (m) | π    | Densidad (Kg/m <sup>3</sup> ) | Promedio (Kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----|---------------------|--------------|---------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2   | 9,6                 | 37,2         | 27,6    | 0,56         | 0,9                           | 0,19                          | 0,71            | 3,14 | 157,83                        | 136,18                        |
| 3   | 9,6                 | 31,2         | 21,6    | 0,56         | 0,9                           | 0,21                          | 0,69            | 3,14 | 127,10                        |                               |
| 4   | 9,6                 | 32,4         | 22,8    | 0,56         | 0,9                           | 0,18                          | 0,72            | 3,14 | 128,57                        |                               |
| 5   | 9,6                 | 36,7         | 27,1    | 0,56         | 0,9                           | 0,22                          | 0,68            | 3,14 | 161,81                        |                               |
| 6   | 9,6                 | 34,5         | 24,9    | 0,56         | 0,9                           | 0,19                          | 0,71            | 3,14 | 142,39                        |                               |
| 7   | 9,6                 | 30,4         | 20,8    | 0,56         | 0,9                           | 0,2                           | 0,7             | 3,14 | 120,64                        |                               |
| 8   | 9,6                 | 29,7         | 20,1    | 0,56         | 0,9                           | 0,19                          | 0,71            | 3,14 | 114,94                        |                               |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

De acuerdo a la tabla 6-4 se determina que las muestras con mayor densidad de residuos sólidos son las correspondientes al día 2 y 5, es decir viernes y lunes respectivamente, generando un promedio de densidad diaria de residuos sólidos de 136,18 kg/m<sup>3</sup> y de acuerdo al estudio realizado por (Minga y Zhiminaycela, 2019, p. 98) mencionan que el valor máximo permitido para la basura en recipientes es de 200 kg/m<sup>3</sup> en conformidad a la que establece la “OPS, CEPIS 2004”, por lo tanto como resultado se determinó que el valor promedio de la densidad para este estudio cumple con lo mencionado anteriormente y se encuentra dentro de los límites permisibles.

## 4.2. Optimización de rutas de recolección

La recolección de residuos sólidos en el centro cantonal Taisha se realiza 4 días a la semana: lunes, miércoles viernes y domingos, y para las zonas aledañas como: San Luis, San José la recolección se realiza los martes y jueves. En los días de muestreo se analizó y se determinó que existen sitios estratégicos en donde la recolección debe ser recogida de manera diaria por el excedente de generación de desechos. A continuación, se detalla ciertos lugares:



**Figura 1-4.** Puntos estratégicos de recolección diaria de residuos

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Además de ser sitios estratégicos son lugares públicos y muy frecuentados por la ciudadanía local y visitante, es por ello por lo que estos sitios deben de mantener una recolección diaria de los residuos sólidos.

### 4.3. Determinación del tiempo efectuado en la recolección

Para determinar el tiempo real se realizó un acompañamiento en la recolección durante 6 días, distribuidos en 3 días para la ruta actual que se maneja y 3 días para la ruta propuesta, y de esta manera poder establecer una comparación de trabajo.

**Tabla 7-4.** Determinación del tiempo empleado en la recolección de residuos sólidos

|                     | TIEMPO DE RUTA ACTUAL |       |       | TIEMPO DE RUTA PROPUESTA |       |       |
|---------------------|-----------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
|                     | Día 1                 | Día 2 | Día 3 | Día 1                    | Día 2 | Día 3 |
| <b>T1</b>           | 10                    | 12    | 8     | 10                       | 10    | 10    |
| <b>T2</b>           | 252                   | 213   | 204   | 270                      | 261   | 267   |
| <b>T3</b>           | 18                    | 20    | 20    | 22                       | 19    | 18    |
| <b>T4</b>           | 62                    | 55    | 58    | 60                       | 55    | 58    |
| <b>T5</b>           | 25                    | 28    | 20    | 22                       | 20    | 20    |
| <b>T6</b>           | 6                     | 5     | 8     | 5                        | 7     | 5     |
| <b>T7</b>           | 15                    | 20    | 20    | 15                       | 15    | 15    |
| <b>T8</b>           | 14                    | 18    | 15    | 10                       | 12    | 12    |
| <b>X</b>            | 2                     | 2     | 2     | 2                        | 2     | 2     |
| <b>TIEMPO TOTAL</b> | 402                   | 371   | 353   | 414                      | 399   | 405   |
| <b>PROMEDIO</b>     | <b>375,33</b>         |       |       | <b>406</b>               |       |       |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

Donde:

T1 = tiempo en minutos empleado en la revisión mecánica del automotor

T2 = tiempo en minutos empleado en realizar la recolección de residuos sólidos

T3 = tiempo en minutos empleado hacia el relleno sanitario

T4 = tiempo en minutos empleado en la descarga de los residuos sólidos

T5 = tiempo en minutos empleado para la reanudación en la recolección

T6 = tiempo en minutos empleado en el retorno hacia el garaje

T7 = tiempo en minutos para el mantenimiento del vehículo

T8 = tiempo en minutos empleado en la toma de descansos, refrigerios, alimentación, entre otros

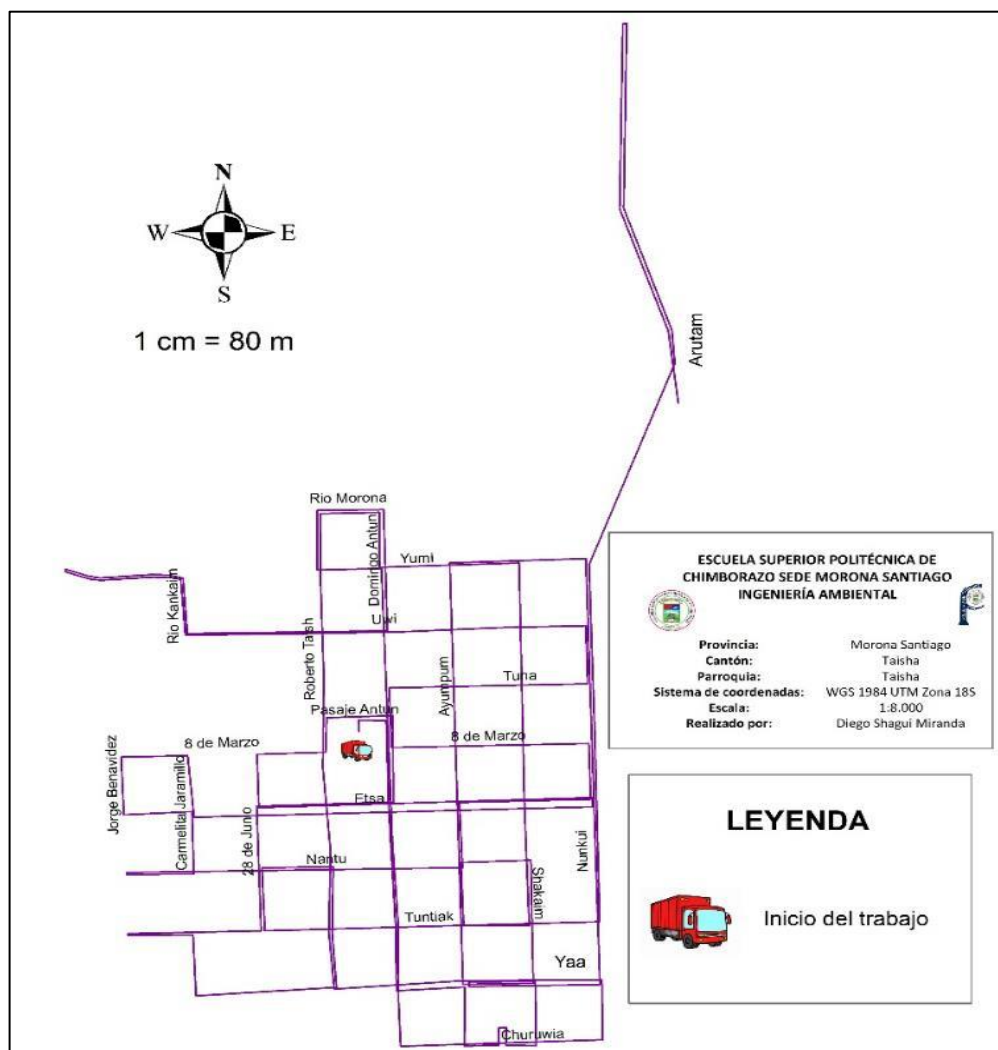
X = número de viajes

Lo más fundamental es el T2 debido a que es la base de estudio, pero interpretando la tabla 4-1 se especifica que en la ruta actual que se maneja se tiene un promedio menor de tiempo de trabajo que la ruta propuesta, es decir 375, 33 minutos y 406 minutos de trabajo respectivamente, tomando en cuenta que la jornada de trabajo es equivalente a 480 minutos (8 horas), es decir que los trabajos efectuados en la recolección están dentro de la jornada laborable.

Estos valores son claros y concisos al aumentar los minutos de trabajo efectuado, teniendo un promedio de T2 de 223 y 265,7 minutos en relación con la ruta actual y la propuesta, debido a que en la ruta actual no se establece el respeto del sentido de las vías, en cambio en la ruta propuesta se toma en consideración el sentido de vialidad establecidos por parte de la Unidad de tránsito, transporte terrestre y seguridad vial del GADMT.

#### 4.4. Determinación del nuevo sistema de rutas

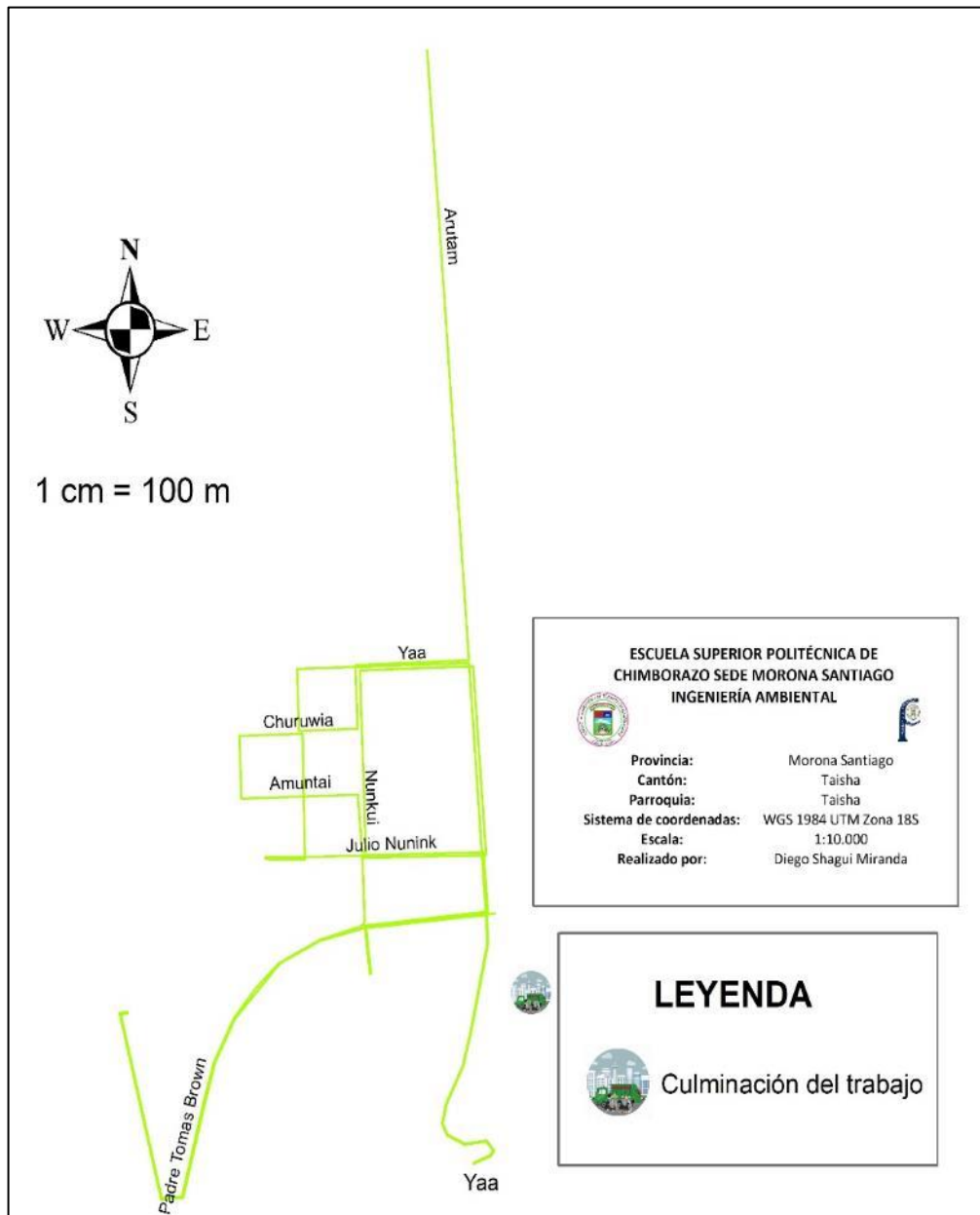
Por medio de la metodología descrita anteriormente utilizando el software ArcGIS en su hoja de trabajo ArcMap y por las herramientas Network Dataset y Network Analyst en conjunto con el trabajo de campo basado en el acompañamiento y determinación de errores cometidos, se determinó de mejor manera la siguiente ruta para la recolección de residuos sólidos urbanos del centro cantonal Taisha.



**Figura 2-4.** Primer recorrido de recolección de residuos sólidos

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.





**Figura 3-4.** Segundo recorrido de recolección de residuos

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

La delimitación de las rutas presentadas en la Figura 2-4 y 3-4 es el resultado óptimo para la circulación del vehículo automotor y desempeñar el trabajo de recolección en conjunto con el personal que labora en la UMIRS del GADMT. El primer recorrido alberga la mayor parte del barrio centro, y el segundo contempla al barrio Aeropuerto en parte del barrio Centro y el hospital San José de Taisha. En la tabla 8-4 se puede observar la descripción del recorrido para las rutas propuestas.

**Tabla 8-4.** Descripción del sistema de rutas propuesto

| <b>PRIMER RECORRIDO</b>      |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Desde</b>                 | <b>Hasta</b>                |
| Pasaje Antun                 | Domingo Antun               |
| Pasaje Antun y Domingo Antun | Domingo Antun y Yaa         |
| Domingo Antun y Yaa          | Yaa y Ayumpum               |
| Yaa y Ayumpum                | Ayumpum y Churuwia          |
| Ayumpum y Churuwia           | Churuwia y Shakaim          |
| Churuwia y Shakaim           | Shakaim y Yaa               |
| Shakaim y Yaa                | Yaa y Ayumpum               |
| Yaa y Ayumpum                | Ayumpum y Nunkui            |
| Ayumpum y Nunkui             | Nunkui y Yumi               |
| Nunkui y Yumi                | Yumi y Ayumpum              |
| Yumi y Ayumpum               | Ayumpum y Yaa               |
| Ayumpum y Yaa                | Yaa y Shakaim               |
| Yaa y Shakaim                | Shakaim y Nantu             |
| Shakaim y Nantu              | Nantu y Ayumpum             |
| Nantu y Ayumpum              | Ayumpum y Tuntiak           |
| Ayumpum y Tuntiak            | Tuntiak y Shakaim           |
| Tuntiak y Shakaim            | Shakaim y Yumi              |
| Shakaim y Yumi               | Yumi y Domingo Antun        |
| Yumi y Domingo Antun         | Domingo Antun y Churuwia    |
| Domingo Antun y Churuwia     | Churuwia y Nunkui           |
| Churuwia y Nunkui            | Nunkui y Yaa                |
| Nunkui y Yaa                 | Yaa y Roberto Taish         |
| Yaa y Roberto Taish          | Roberto Taish y Rio Morona  |
| Roberto Taish y Rio Morona   | Rio Morona y Domingo Antun  |
| Rio Morona y Domingo Antun   | Domingo Antun y Yumi        |
| Domingo Antun y Yumi         | Yumi y Roberto Taish        |
| Yumi y Roberto Taish         | Roberto Taish y Rio Morona  |
| Roberto Taish y Rio Morona   | Rio Morona y Domingo Antun  |
| Rio Morona y Domingo Antun   | Domingo Antun y Uwi         |
| Domingo Antun y Uwi          | Uwi y Rio Kankaim           |
| Uwi y Rio Kankaim            | Kankaim y Yumi              |
| Kankaim y Yumi               | Yumi y Kankaim              |
| Yumi y Kankaim               | Kankaim y Uwi               |
| Kankaim y Uwi                | Uwi y Nunkui                |
| Uwi y Nunkui                 | Nunkui y Tuna               |
| Nunkui y Tuna                | Tuna y Domingo Antun        |
| Tuna y Domingo Antun         | Domingo Antun y 8 de Marzo  |
| Domingo Antun y 8 de Marzo   | 8 de Marzo y Nunkui         |
| 8 de Marzo y Nunkui          | Nunkui y Etsa               |
| Nunkui y Etsa                | Etsa y Ayumpum              |
| Etsa y Ayumpum               | Ayumpum y Nantu             |
| Ayumpum y Nantu              | Nantu y Carmelita Jaramillo |

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Nantu y Carmelita Jaramillo           | Carmelita Jaramillo y Etsa            |
| Carmelita Jaramillo y Etsa            | Etsa y Jorge Benavidez                |
| Etsa y Jorge Benavidez                | Jorge Benavidez y 8 de Marzo          |
| Jorge Benavidez y 8 de Marzo          | 8 de Marzo y Carmelita Jaramillo      |
| 8 de Marzo y Carmelita Jaramillo      | Carmelita Jaramillo y Etsa            |
| Carmelita Jaramillo y Etsa            | Etsa y Nunkui                         |
| Etsa y Nunkui                         | Etsa y 28 de Junio                    |
| Etsa y 28 de Junio                    | 28 de Junio y 8 de Marzo              |
| 28 de Junio y 8 de Marzo              | 8 de Marzo y Roberto Taish            |
| 8 de Marzo y Roberto Taish            | Roberto Taish y Pasaje Antun          |
| Roberto Taish y Pasaje Antun          | Pasaje Antun y Domingo Antun          |
| Pasaje Antun y Domingo Antun          | Domingo Antun y Etsa                  |
| Domingo Antun y Etsa                  | Etsa y 28 de Junio                    |
| Etsa y 28 de Junio                    | 28 de Junio y Tuntiak                 |
| 28 de Junio y Tuntiak                 | Tuntiak y Jorge Benavidez             |
| Tuntiak y Jorge Benavidez             | Jorge Benavidez y Carmelita Jaramillo |
| Jorge Benavidez y Carmelita Jaramillo | Carmelita Jaramillo y Yaa             |
| Carmelita Jaramillo y Yaa             | Yaa y Roberto Taish                   |
| Yaa y Roberto Taish                   | Roberto Taish y Nantu                 |
| Roberto Taish y Nantu                 | Nantu y 28 de Junio                   |
| Nantu y 28 de Junio                   | 28 de Junio y Tuntiak                 |
| 28 de Junio y Tuntiak                 | Tuntiak y Nunkui                      |
| Tuntiak y Nunkui                      | Nunkui y Yumi                         |
| Nunkui y Yumi                         | Yumi y Arutam                         |
| Yumi y Arutam                         | Arutam y Entrada a Pimpints           |
| Arutam y Entrada a Pimpints           | Entrada a Pimpints y Arutam           |
| <b>SEGUNDO RECORRIDO</b>              |                                       |
| Desde                                 | Hasta                                 |
| Entrada a Pimpints y Arutam           | Arutam y Yaa                          |
| Arutam y Yaa                          | Yaa y Nunkui                          |
| Yaa y Nunkui                          | Nunkui y Churuwia                     |
| Nunkui y Churuwia                     | Churuwia y Shakaim                    |
| Churuwia y Shakaim                    | Shakaim y Yaa                         |
| Shakaim y Yaa                         | Yaa y Arutam                          |
| Yaa y Arutam                          | Arutam y P. Tomas Brown               |
| Arutam y P. Tomas Brown               | P. Tomas Brown y Nunkui               |
| P. Tomas Brown y Nunkui               | Nunkui dirección al Sur con retorno   |
| Nunkui dirección al Sur con retorno   | Nunkui y P. Tomas Brown               |
| Nunkui y P. Tomas Brown               | P. Tomas Brown y Julio Nunink         |
| P. Tomas Brown y Julio Nunink         | Julio Nunink y Shakaim                |
| Julio Nunink y Shakaim                | Shakaim y Churuwia                    |
| Shakaim y Churuwia                    | Churuwia y Ayumpum                    |
| Churuwia y Ayumpum                    | Ayumpum y Amuntai                     |
| Ayumpum y Amuntai                     | Amuntai y Nunkui                      |
| Amuntai y Nunkui                      | Nunkui y Julio Nunink                 |
| Nunkui y Julio Nunink                 | Giro en U en retorno a Nunkui         |

|   |   |
|---|---|
| Giro en U en retorno a Nunkui           | Nunkui y Yaa                            |
| Nunkui y Yaa                            | Yaa y Arutam                            |
| Yaa y Arutam                            | Arutam y Julio Nunink                   |
| Arutam y Julio Nunink                   | Julio Nunink y Nunkui                   |
| Julio Nunink y Nunkui                   | Nunkui y P. Tomas Brown                 |
| Nunkui y P. Tomas Brown                 | P. Tomas Brown en dirección al hospital |
| P. Tomas Brown en dirección al hospital | Hospital y Nunkui con P. Tomas Brown    |
| Hospital y Nunkui con P. Tomas Brown    | P. Tomas Brown y Arutam                 |
| P. Tomas Brown y Arutam                 | Camal                                   |
| Camal                                   | P. Tomas Brown y Arutam                 |
| P. Tomas Brown y Arutam                 | Vía a Tuutinentza (relleno sanitario)   |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

#### 4.5. Análisis comparativo entre la ruta actual y la ruta propuesta

Uno de factores importantes del sistema de rutas es determinar la distancia que se recorre, por lo tanto, en base a los mapas establecidos del sistema de ruta actual y el propuesto se realizó la medición de la distancia que recorre el automotor dentro de la cabecera cantonal realizando el trabajo de recolección de residuos, la misma que fue analizada 6 días y en dos fases: la primera fue de trabajo de campo recorriendo las ruta actual y la propuesta en relación de 3 días para cada ruta y con el odómetro del vehículo encerado, la segunda bajo el análisis de distancia marcado en el software ArcGIS en su hoja de trabajo ArcMap.

**Tabla 9-4.** Comparación de distancia recorrida

| Distancia recorrida con el vehículo |       |       |               | Distancia calculada en ArcMap | Distancia promedio    |
|-------------------------------------|-------|-------|---------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Ruta actual</b>                  |       |       |               | <b>Ruta actual</b>            | <b>Ruta Actual</b>    |
| Día 1                               | Día 2 | Día 3 | Promedio (km) | 21,72 km                      | 21,53 km              |
| 20,8                                | 21,2  | 21,4  | 21,33         |                               |                       |
| <b>Ruta propuesta</b>               |       |       |               | <b>Ruta propuesta</b>         | <b>Ruta Propuesto</b> |
| Día 1                               | Día 2 | Día 3 | Promedio (km) | 24,94 km                      | 24,8 km               |
| 24,8                                | 24,9  | 24,2  | 24,67         |                               |                       |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

En la siguiente tabla se hace una comparación entre la ruta actual y la ruta propuesta analizando varios factores que intervienen al momento de realizar el trabajo:

**Tabla 10-4.** Comparación de resultados en la optimización de rutas de recolección

| <b>Factores</b>   | <b>Ruta actual</b> | <b>Ruta propuesta</b> |
|---|--------------------|-----------------------|
| Respeto en el sentido de vías                                 | No                 | Si                    |
| Precaución con el automotor en pendientes y subidas           | No                 | Si                    |
| Tiempo total empleado en recolección (minutos)                | 375,33             | 406                   |
| Distancia recorrida en el centro cantonal Taisha (kilómetros) | 21,53              | 24,8                  |

Realizado por: Shagui, Diego, 2022.

El principal inconveniente que se observó en la ruta actual es la invasión de vías unidireccionales, siendo esta una infracción de tránsito y pudiendo ocasionar algún tipo de accidente y no contar con el suficiente respaldo para su defensa, por lo que podría ser culpable el vehículo que realiza el trabajo de recolección de los residuos sólidos.

Por otra parte, el camión que realiza el trabajo de recolección no es el apropiado, porque dificulta la ejecución de recolección a los trabajadores y expone al personal a estar en peligro laboral y de salud por no tener las condiciones apropiadas para desarrollar el trabajo, toda la actividad desarrollada se ejecuta de forma manual, partiendo desde la recolección de los hogares hasta su disposición final donde los residuos son depositados con ayuda de palas.

**Tabla 11-4.** Especificaciones técnicas del camión de recolección

| <b>Especificaciones técnicas</b> |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Marca</b>                     | Hino  |
| <b>Año</b>                       | 2008  |
| <b>Modelo</b>                    | 816 (Dutro FR)                                    |
| <b>Potencia máxima</b>           | 148 HP a 2800 rpm                                 |
| <b>Torque máximo</b>             | 420 Nm a 1400 rpm                                 |
| <b>Largo total</b>               | 6740 mm   |
| <b>Distancia entre ejes</b>      | 3870 mm   |
| <b>Capacidad de carga</b>        | 6100 Kg   |
| <b>Freno de servicio</b>         | Hidráulicos con tambor, accionamientos de zapatas |
| <b>Neumáticos</b>                | 205/75R17.5                                       |
| <b>Sistema combustible</b>       | Inyección electrónica                             |
| <b>Radio de giro</b>             | 6900 mm   |
| <b>Tipo de cajón</b>             | Cajón metálico adaptado al chasis                 |
| <b>Tolva</b>                     | 0   |

Fuente: (Mavesa, 2019)

## CONCLUSIONES

- Se implementó nuevas rutas de circulación para la recolección de residuos sólidos urbanos para la cabecera cantonal de Taisha, debido a que presentaba anomalías e inconvenientes principalmente con la invasión de vías, es decir el sistema de rutas con el que trabajaba la Unidad de Manejo Integral de Residuos Sólidos no respetaba el sentido de las vías del área urbana en donde la Unidad de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial a cargo del departamento de Planificación del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Taisha tiene establecido y determinado el sentido de las vías del centro de la ciudad de Taisha de tal forma que existen vías unidireccionales y en doble sentido.
- Se determinó la caracterización de los residuos sólidos del centro cantonal Taisha, en la cual los principales factores analizados fueron: generación o producción per cápita, composición y densidad de los residuos sólidos, teniendo un valor equivalente de producción per cápita de 0,70 kg/hab/día, es decir en el año que se realizó el estudio por cada ciudadano que habita en el área urbana de Taisha se produce 0,70 kilogramos de residuos sólidos, siendo un equivalente diario de 1017,8 kilogramos de residuos por día en relación a la población actual del cantón. En cuanto a la composición se determinó que el principal residuo que se genera es la materia orgánica con un porcentaje de 40,1% por lo que resulta factible el aprovechamiento de este componente para la producción de abonos orgánicos que debería ser aprovechado por parte del GADMT, así como también fomentar e incentivar a la ciudadanía a realizar programas de recuperación y reciclaje de materiales aprovechados en esta actividad. En relación con la densidad de los residuos se estableció un valor promedio de 146,18 kg/m<sup>3</sup>, tomando en cuenta que este parámetro es esencial para instaurar contenedores para el almacenamiento público siendo el adecuado con una capacidad de 0,22 m<sup>3</sup> o contenedores con capacidad de 208 litros.
- Se comparó el sistema de rutas con el que labora la Unidad de Manejo Integral de Residuos Sólidos en relación al nuevo sistema de rutas propuesto, y se encontró varias diferencias, principalmente con el respeto de las vías, en donde el sistema de rutas con el que trabaja la institución presenta una serie de problemas con la invasión de vías de tal forma que estos inconvenientes se tiene desde el momento de partida del automotor ya que a su salida invade el pasaje Antun en sentido contrario a su direccionalidad, en cambio el nuevo sistema de rutas propuesto se toma en consideración al 100% el respeto del sentido de vialidad, a su vez se analizó que en vías con pendientes el automotor debe realizar la recolección en sentido de bajada y no de subida de tal manera que se pueda evitar algún tipo de accidente con el personal

o el automotor destinado al trabajo de recolección, siendo el caso principalmente en la calle Yaa con intersección a la Avenida Arutam, la calle Padre Tomas Brown con intersección a la Avenida Arutam y la calle Tuntiak con intersección a la calle 28 de Junio, estos son los tres fragmentos de vías con pendientes considerables. Por otra parte, el tiempo y la distancia empleado en el sistema actual de rutas es menor en comparación al nuevo sistema de rutas propuesto, siendo así que en el primer sistema se recorre 21,53 Km y se demora 375,33 minutos, en cambio en el nuevo sistema se recorre 24,8 Km con un tiempo de 406 minutos. Los valores tanto de tiempo como de distancia recorrida de la nueva ruta propuesta aumentan debido a que se toma en consideración lo menciona anteriormente sobre el respeto del sentido de las vías.

- Se socializó el nuevo sistema de rutas de recolección con los técnicos del área ambiental y el director de Obras Públicas en la que se dio a conocer la principal problemática que tiene el sistema actual con el que se realiza la recolección de los residuos sólidos e informando que la ruta propuesta debe ser ejecutada para evitar inconvenientes con las autoridades de control, de tal forma que el trabajo de recolección de residuos del centro cantonal Taisha se realice de manera correcta y técnica.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario conocer el área de estudio de tal manera que se debe de tener una idea clara y concisa del sentido de la vialidad, de esta manera facilita tanto un mejor entendimiento y representación de los mapas temáticos generados o facilitados para su análisis, a su vez se recomienda que el trabajo de recolección en vías con pendientes se debe desarrollar de tal forma que el vehículo descienda por la pendiente para evitar fallos mecánicos y humanos.
- Se recomienda al GAD de Taisha que se gestione de manera urgente la adquisición de un nuevo camión de recolección pero que sea el apropiado para el desarrollo de este trabajo, debido a que el camión que realiza esta actividad no es el adecuado de tal forma que dificulta la labor del personal e inclusive expone a riesgos o a sufrir algún tipo de accidente, debido a que desde el momento de su recolección el personal está expuesta con los residuos y desechos hasta su disposición final, en donde por falta de no contar con un camión adecuado con tolvas el depósito de los residuos en el relleno sanitario se lo hace de forma manual con ayuda de palas. Con un adecuado vehículo el trabajo de recolección de residuos sólidos se desarrollaría de manera más rápida y efectiva.
- Es necesario desarrollar charla de capacitación al personal que realiza el trabajo de recolección para que sepan a lo están expuestos y darles a conocer cómo se debe desarrollar este trabajo para evitar accidentes laborales, a su vez se recomienda a la municipalidad otorgar el equipamiento de protección necesario debido a que el personal manifiesta que su equipamiento se encuentra en malas condiciones y además es necesario que las personas que laboran en esta actividad se encuentran vacunados para evitar enfermedades como el tétano, fiebre amarilla entre otras.



## GLOSARIO

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Carril</b>             | Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos (MOP, 2002, p. 7).  |
| <b>Economía circular:</b> | Mantiene una política de cómo saber aprovechar al máximo un producto, de tal forma que se logre la reintegración al sistema de producción para su reutilización (CEPAL, 2021, p. 10). |
| <b>Flexómetro:</b>        | Instrumento utilizado para la medición de distancias, con características de presentar una delgada cinta metálica flexible (Estanda, 2012, p. 1).                                     |
| <b>Inhalación:</b>        | Proceso por el cual entra aire desde el exterior hacia la parte interna de los pulmones (García y Caro, 2017, p. 4).  |
| <b>Municipio:</b>         | Institución administrativa enfocada a trabajar por el bienestar de un estado (Martínez, 2007, p. 200).  |
| <b>Plástico:</b>          | Materiales sintéticos que se generan mediante diferentes reacciones de polimerización a partir de los derivados del petróleo (CEPAL, 2021, p. 25).                                    |
| <b>Vía:</b>               | Espacio utilizado para la circulación de personas, animales o vehículos que transitan de un lugar a otro (MOP, 2002, p. 25).  |

## BIBLIOGRAFÍA

**ACUERDO N° 061.** *Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria* [en línea]. Quito-Ecuador: 2015. [Consulta: 29 junio 2021]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>.

**ALVARADO, L. & CABRERA, J.** Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos municipales utilizando herramienta SIG en el Distrito Caleta de Carquín (Trabajo de titulación), (Ingeniería). [en línea]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho-Perú. 2020, pp. 1-66. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: [http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4206/ALVARADO y CABRERA.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/4206/ALVARADO_y_CABRERA.pdf?sequence=4&isAllowed=y).

**ANT.** *Reglamento general para la aplicación de la ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial* [en línea]. Quito-Ecuador: 2014. [Consulta: 1 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIAL.pdf>

**ARGÜELLO, J. & CANDO, C.** *Boletín Técnico N° 02-2019-GAD MUNICIPALES, Gestión de Residuos sólidos* [en línea]. Quito-Ecuador: 2020. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2019/Residuos\\_solidos\\_2019/Boletin\\_Tecnico\\_Residuos\\_2019\\_v05\\_2.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2019/Residuos_solidos_2019/Boletin_Tecnico_Residuos_2019_v05_2.pdf).

**ARMAS, Y. & YASELGA, G.** Estudio de la evaluación de impactos ambientales que generará la construcción del relleno sanitario de San Miguel de Ibarra, en el sector Las Tolas de Socapamba (Trabajo de titulación), (Ingeniería). [en línea]. Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. 2005, pp. 1-48. [Consulta: 29 junio 2021]. Disponible en: [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/830/6/03\\_REC\\_61\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/830/6/03_REC_61_TESIS.pdf).

**BANCO MUNDIAL.** *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes* [blog]. Washington: BIRF.AIF, 20 septiembre, 2018. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>.

**BOLAÑOS, V., ORTEGA, F. & REYES, D.** "Medio ambiente, ciencia y sociedad". SciELO [en línea], 2015, (México) volumen (12), pp. 7-14. [Consulta: 1 julio 2021]. ISSN 1870-0063. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-00632015000300007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632015000300007).

**CADEÑO, R.** "Contribuciones cortas Ciencia y tecnología en la sociedad. Perspectiva histórico-conceptual". SciELO [en línea], 2001, (México), pp. 72-78. [Consulta: 29 junio 2021]. ISSN 1024-9435. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v9n1/aci051001.pdf>.

**CARMONA, J., BOLIVAR, D. & GIRALDO, L.** "El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo". rccp [en línea], 2005, (Colombia) volumen (18:1), pp. 49-63. [Consulta: 29 junio 2021]. ISSN: 0120-0690. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295022952006>.

**CARRIÓN, B.** 1999. *Hacia el desarrollo integral de las comunidades*. Puyo-Ecuador: El Gráfico, 1999, pp. 1-74

**CCA.** *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte* [en línea]. Canadá-Canadá: 2017. [Consulta: 29 junio 2021]. ISBN 978-2-89700-232-9. Disponible en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD003593.pdf>.

**CEPAL.** *Economía circular en América Latina y el Caribe* [blog]. España: octubre, 2021. [Consulta: 25 septiembre 2021]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47309/1/S2100423_es.pdf).

**CEPIS.** *Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos* [en línea]. Lima-Perú: 2005. [Consulta: 15 febrero 2022]. ISBN 1018-5119. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/procedimientos-estadisticos-estudios-caracterizacion-residuos-solidos>.

**COA.** *Código Orgánico del Ambiente* [en línea]. Quito-Ecuador: 2017. [Consulta: 28 junio 2021] Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>.

**COMAGA.** *COMAGA fortalece al Municipalista Amazónico*. Quito-Ecuador: 2008, pp. 2-43.

**CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.** *Constitución de la República del Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: s.n, 2021. [Consulta: 8 febrero 2022]. Disponible en: [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)

**COOTAD.** *Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD* [en línea]. Quito-Ecuador: s.n, 2019. [Consulta: 9 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>.

**CRUZ, S. & OJEDA, S.** "Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos: Internacional de Contaminación Ambiental". *Revista Internacinal de Contaminación Ambiental* [en línea], 2013, (México) 29 (3), pp. 7-8. [Consulta: 3 agosto 2021]. ISSN 0188-4999. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/370/37029665017.pdf>

**CUSCO, J. & PICÓN, K.** Optimización de rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios mediante uso de herramientas SIG (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Ambiental. Cuenca-Ecuador. 2015.. pp. 14-66. [Consulta: 25 julio 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21304/1/TESIS.pdf>.

**ESPARZA, J.,** 2020. "Clasificación y afectación por residuos sólidos urbanos en la ciudad de la plata, buenos aires, Argentina". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], 2020, (México) vol. 37, pp. 357-371. [Consulta: 2 agosto 2021]. ISSN 0188-4999. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.53758>.

**ESRI.** *Qué es el ArcGIS.* [blog]. 2011. [Consulta: 2 agosto 2021]. Disponible en: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>.

**ESTARDA, V.** *Definición de flexómetro.* [blog]. 2012. [Consulta: 8 enero 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/86593842/Que-Es-Un-Flexometro>.

**FLORES, C., RODRÍGUEZ, I. & LLANOS, M.** *Relación de la densidad poblacional y la generación de residuos sólidos en ocho macrodistritos del Municipio de la Paz, Bolivia* [en línea]. La Paz-Bolivia: 2012. [Consulta: 14 diciembre 2021] Disponible en: [http://www.alapop.org/Congreso2012/DOCSFINAIS\\_PDF/ALAP\\_2012\\_FINAL702.pdf](http://www.alapop.org/Congreso2012/DOCSFINAIS_PDF/ALAP_2012_FINAL702.pdf).

**GADM-TAISHA.** *Plan de desarrollo del cantón Taisha*. Quito-Ecuador: NINA, 2003. NINA. ISBN 9978-43-289-2, pp. 1-29.

**GADM-TAISHA.** *Taisha, 15 años de cantonización*. Macas-Ecuador: Imaginar, 2011. pp. 1-34.

**GADM-TAISHA.** *Ordenanza reformativa que regula el manejo de desechos sólidos domésticos, comerciales e industriales y establecimientos de la tasa por servicio público de recolección de desechos sólidos en el cantón Taisha* [en línea]. Taisha-Ecuador: 2016. [Consulta: 27 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.taisha.gob.ec/images/ordenanzas/ORDENANZA-TASA-DE-RECOLECCION-2016.pdf>.

**GADM-TAISHA.** *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Taisha* [en línea]. Taisha-Ecuador: 2019a. [Consulta: 28 diciembre 2021]. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1460001690001\\_PDOT\\_TAI\\_SHA\\_15-03-2015\\_21-10-32.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1460001690001_PDOT_TAI_SHA_15-03-2015_21-10-32.pdf).

**GADM-TAISHA.** *Estudios técnicos de factibilidad y diseños definitivos para la gestión integral de los desechos sólidos y cierre técnico del botadero de basura del Cantón Taisha, Provincia de Morona Santiago*. Taisha-Ecuador: 2019b. pp. 15-84.

**GADM-TAISHA.** *Página oficial* [en línea]. Taisha-Ecuador: 2021. [Consulta: 7 enero 2022]. Disponible en: <https://www.taisha.gob.ec/>.

**GARCÍA, S. & CARO, I.** *Dispositivos y guía de administración vía inhalatoria* [en línea]. 2017. [Consulta: 28 diciembre 2021]. Disponible en: [https://gruposedetrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/dispositivos\\_de\\_inhalacion\\_gps.pdf](https://gruposedetrabajo.sefh.es/gps/images/stories/publicaciones/dispositivos_de_inhalacion_gps.pdf).

**GEOSAI.** *¿Qué son las geomembranas?* [blog]. Soluciones Ambientales, 18 febrero, 2016 [Consulta: 17 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.geosai.com/que-son-las-geomembranas/>.

**GONZÁLEZ, S., JÚA, M., MASHU, J., BERMEO, G. & MACAS, W.** *Estudio, investigación y actualización de la historia del cantón Taisha*. SignoGraf, 2013. pp. 2-54.

**GUEVARA, J.** *El 52% de municipios dispone la basura en rellenos sanitarios. El telégrafo* [blog]. El telégrafo, 6 marzo, 2019. [Consulta: 25 julio 2021]. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/cabildos-basura-rellenos-sanitarios-ecuador>.

**IBAÑEZ, S., GISBERT, J. & MORENO, H.** *El sistema de coordenadas UTM* [en línea]. Valencia-España: 2011. [Consulta: 18 agosto 2021]. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10772/Coordenadas UTM.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10772/Coordenadas%20UTM.pdf).

**INEC.** *Según la última estadística de información ambiental: Cada ecuatoriano produce 0,58 kilogramos de residuos sólidos al día* [blog]. Quito-Ecuador: 3 mayo, 2018. [Consulta: 26 julio 2021]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/segun-la-ultima-estadistica-de-informacion-ambiental-cada-ecuatoriano-produce-058-kilogramos-de-residuos-solidos-al-dia/>.

**INEC.** *Sistema integrado de consultas* [blog]. Quito-Ecuador: 2020. [Consulta: 3 agosto 2021]. Disponible en: <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?>

**LEÓN, V. & PLAZA, A.** Análisis de la gestión de los residuos sólidos en el cantón Balzar-Provincia del Guayas (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Escuela de Administración de Empresas. Guayaquil-Ecuador. 2017. pp. 20-115. [Consulta: 14 agosto 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7969/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-374.pdf>.

**LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL.** *Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial* [en línea]. Quito-Ecuador: s.n, 2014. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/04/LEY-ORGANICA-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIAL.pdf>.

**LIBRO VI ANEXO 6.** *Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. TULSMA* [en línea]. Quito-Ecuador.: s.n, 2015. [Consulta: 28 Julio 2021]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112185.pdf>.

**LINARES, L.** Planta para el tratamiento de los residuos sólidos urbanos (RSU) que se generan en la sede central de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Central Marta Abreu De las Villas, Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, Escuela de Ingeniería Mecánica. Santa Clara-Cuba. 2017. pp. 4-94. [Consulta: 17 agosto 2021]. Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/8496?show=full>.

**MAIGUA DE LA TORRE, N.** Educación Ambiental sobre Residuos Sólidos en la Educación Básica: una experiencia con 5to y 6to año de la Unidad Educativa Alejandro Chávez en Otavalo (Trabajo de titulación) (Licenciatura) [en línea]. Universidad San Francisco de Quito, Escuela de las artes. Quito-Ecuador. 2019. pp. 9-34. [Consulta: 7 agosto 2021]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8544/1/143732.pdf>.

**MÁRQUEZ, J.** Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. Colombia. 2008. pp. 10-89. [Consulta: 23 agosto 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/299/628.442M357.pdf;jsessionid=ABAFCC347AFDF7DDA85C6847D57BBB38?sequence=2>.

**MARTÍNEZ, P.** *El municipio, la ciudad y el urbanismo* [blog]. Mexico: 2007. [Consulta: 4 noviembre 2021]. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2735/10.pdf>.

**MASTERGIS.** *Análisis de redes viales - Network Analyst - ArcGIS* [blog]. Perú: 2017. [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Njq7uDo5S1o&t=1890s>.

**MASTERGIS.** *Análisis de redes con Network Analyst en ArcGIS/ MasterLive* [blog]. Perú: 2018. [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=28Bz7zCeqew&t=504s>.

**MAVESA.** *Especificaciones de Hino Serie 300 - Dutro 816*. [blog]. Quito-Ecuador: 2019. [Consulta: 9 enero 2021]. Disponible en: <https://grupomavesa.com.ec/marcas-pesados-hino/serie-300/dutro-816/>.

**MEJÍA, P. & PATARÓN, I.** Propuesta de un plan integral para el manejo de los residuos sólidos del cantón Tisaleo (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 1-181. [Consulta: 22 noviembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3748>

**MELO, A.** "Generación de Residuos Sólidos en el Municipio de Galapa (Atlántico) y su Aprovechamiento como Forma de Minimizar la Problemática Ambiental". INGE CUC [en línea], 2014, (Colombia) vol. 10, pp. 89-96. [Consulta: 15 octubre 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4888848.pdf>.

**MENDOZA, G.** Actualización del tutorial de prácticas ArcGIS de su versión 8.3 a la versión 9.2, incorporando herramientas adicionales: NetworkAnalyst, Geodabase (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad del Azuay, Facultad de Ciencias de la Administración, Escuela de Ingeniería de Sistemas. Cuenca Ecuador. 2008. pp. 1-147. [Consulta: 6 enero 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/2332/1/06833.pdf>.

**MINAM, 2020.** *Guía metodológica para el desarrollo de estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)* [en línea]. Perú: s.n., 2020. [Consulta: 5 agosto 2021]. Disponible en: <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>.

**MINGA, M. & ZHIMINAYCELA, Y.** Optimización de las rutas de recolección de los residuos sólidos urbanos del centro cantonal Sígsig (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca-Ecuador. 2019. pp. 1-117. [Consulta: 28 junio 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18149/1/UPS-CT008622.pdf>.

**MOLINA, P.** Creación de una empresa de reciclaje que aporte a la reducción de la contaminación ambiental en el cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena, año 2013 (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela de Administración de Empresas. Santa Elena.Ecuador. 2013. pp. 1-168. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/776>



**MOP.** *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes* [en línea]. Quito-Ecuador: s.n., 2002. [Consulta: 7 febrero 2022]. Disponible en: [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013-Manual-NEVI-12\\_VOLUMEN\\_3.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013-Manual-NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf)

**MUÑOZ, J.** Metodología de caracterización de residuos sólidos urbanos y bases para el desarrollo de un laboratorio (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [en línea]. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería en Construcción. Chile. 1999. pp. 4-171. [Consulta: 4 julio 2021]. Disponible en: [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-6500/UCO6800\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6500/UCO6800_01.pdf).

**NTE INEN 2841.** *Gestión ambiental, estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos, requisitos* [en línea]. Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2841.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2841.pdf).

**PDOT-MS.** *Diagnóstico estratégico de la Provincia de Morona Santiago* [en línea]. Morona-Ecuador: 2019. [Consulta: 2 julio 2021]. Disponible en: [https://moronasantiago.gob.ec/Descargas/rendiciondecuentas/2017/PDOT 2015-2019.pdf](https://moronasantiago.gob.ec/Descargas/rendiciondecuentas/2017/PDOT%202015-2019.pdf).

**PEREZ, J.,** 2010. *Cálculo del crecimiento de la población* [blog]. 15 junio, 2010. [Consulta: 14 septiembre 2021]. Disponible en: <https://apuntesdedemografia.com/curso-de-demografia/temario/tema-3-crecimiento-y-estructura-de-la-poblacion/calculo-del-crecimiento-de-la-poblacion/>.

**PNGIDS.** *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos* [en línea]. Quito-Ecuador: s.n., 2020. [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf>.

**RIVAS, C.** *Piensa un minuto antes de actuar: Gestión Integral de Residuos Sólidos*[blog]. Colombia: 17 octubre, 2018. [Consulta: 8 julio 2021]. Disponible en: <https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10-2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx>

**RONDÓN, E., SZANTÓ, M., PACHECO, J., CONTRERAS, E. & GÁLVEZ, A.** *Guía General para la gestión de residuos sólidos domiciliarios* [en línea]. Chile: s.n. 2016. ISBN 2518-3923. [Consulta: 12 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>.


**SÁEZ, A. & URDANETA, J.** "Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe". *Omnia* [en línea], 2014, (Venezuela) vol. 20 (3), pp. 121-135. [Consulta: 8 julio 2021]. ISSN 1315-8856. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>.

**SANMARTÍN, G., ZHIGUE, R. & ALAÑA, T.** "El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista". *Scielo* [en línea], 2017, (Cuba) vol. 8, pp. 36-40. [Consulta: 12 agosto 2021]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus05117.pdf>.

**ZAFRA, C.** "Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF)". *Ingeniería e Investigación* [en línea], 2009, (Bogotá-Colombia). vol. 29 (2), pp. 119-126. [Consulta: 3 enero 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64311752020>

ANEXOS

ANEXO A. SOLICITUD PARA OBTENER INFORMACIÓN EN EL GADM-TAISHA

 **ESPOCH**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
SEDE MORONA SANTIAGO

Taisha, 28 de Mayo de 2021. *PP*

Lic.  
Bartolome Wachapa  
ALCALDE DEL CANTÓN TAISHA

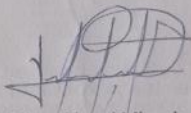
De mi consideración:

Por medio de la presente reciba un cordial saludo y efusivo saludo deseándole los mejores éxitos en las funciones a usted encomendadas en beneficio de nuestro cantón Taisha.

Yo, **SHAGUI MIRANDA DIEGO GONZALO** con CI: **1401294127**, estudiante de Ingeniería Ambiental de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), me dirijo a usted de la manera más comedida para **solicitar** su autorización para acceder a su digna institución en el área de Unidad de Manejo Integral de Residuos Sólidos (UMIRS) perteneciente al departamento de Obras Públicas y Servicios Comunes y realizar mi trabajo de titulación denominado **"OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CENTRO CANTONAL TAISHA EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"** el cual será de gran importancia para la UMIRS del GAD-TAISHA.

Adjunto el certificado de aprobación del tema del trabajo de titulación.

Por la atención prestada anticipo mis sinceros agradecimientos.

  
Diego Shagui Miranda  
**SOLICITANTE**  
Teléfono: 0960494511  
Correo: diegosha89@hotmail.com

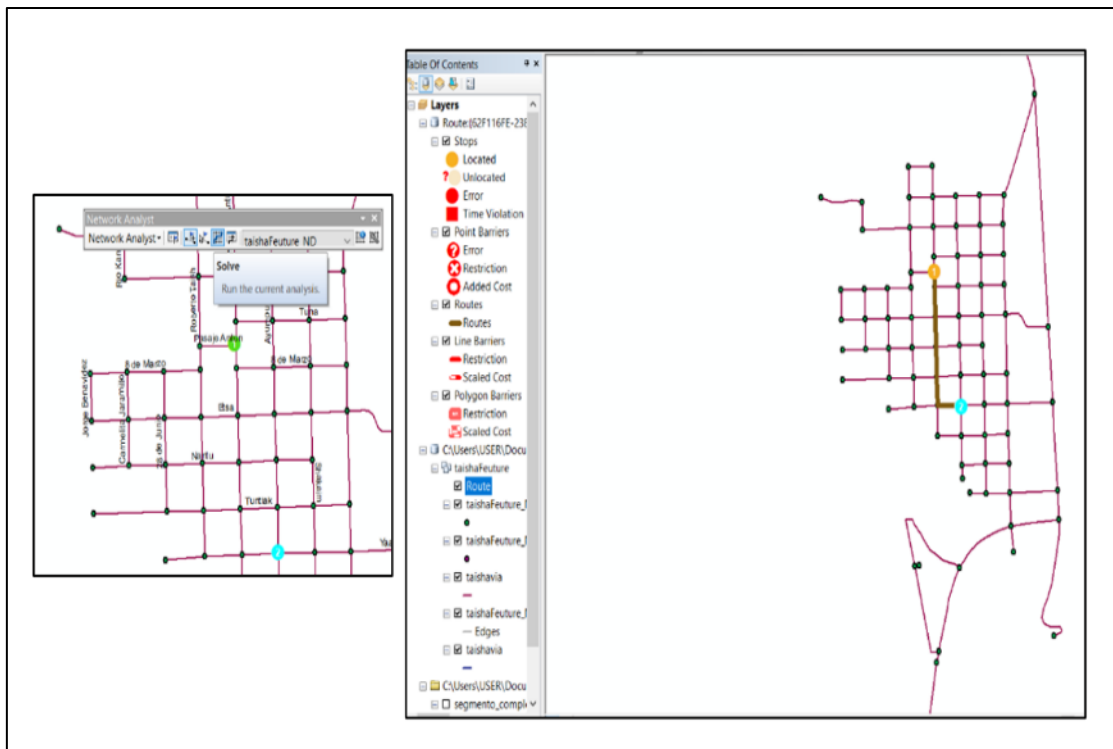
*Nota: Autorizada a culminar el trabajo de titulación a cargo de Rendón Solido con la Responsable Inge. Jennifer Chiquinga*  
*19/11/2022*  
*Alcalde*  
*140127*

Dirección: Don Bosco y José Félix Pintado, (Detrás del Estadio Tito Navarrete) Teléf: (03) 2 998200 Ext 3501  
www.espoch.edu.ec espochnoticias@gmail.com Código Postal: EC060155

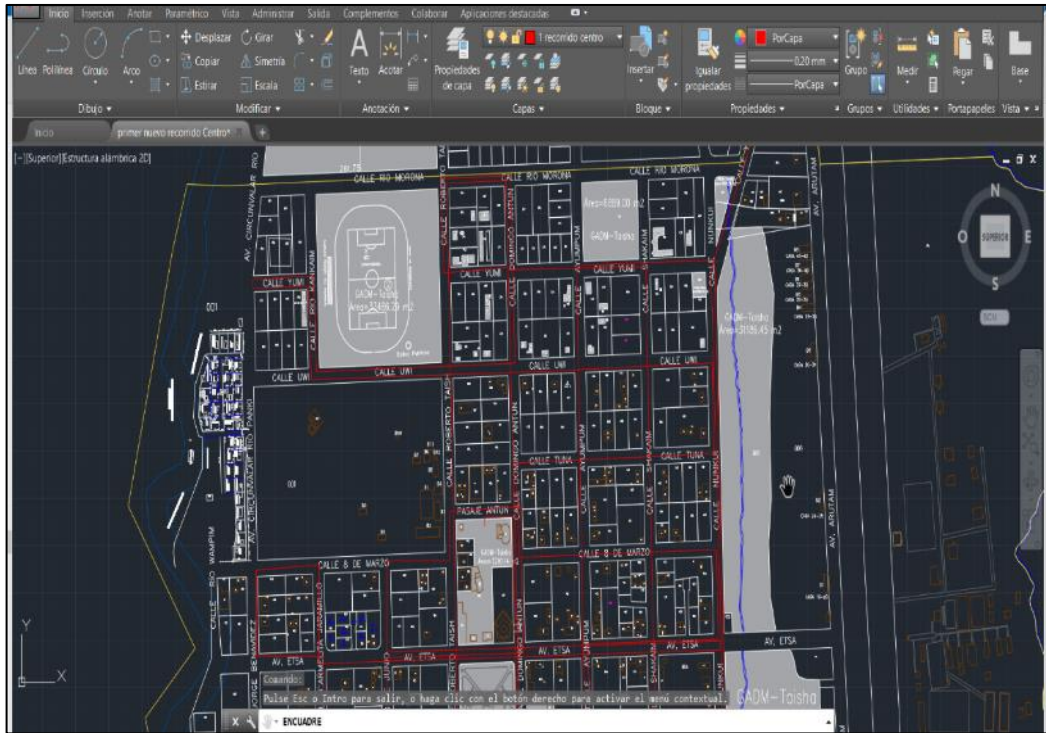
## ANEXO B. RECORRIDO EN EL VEHÍCULO DE RECOLECCIÓN



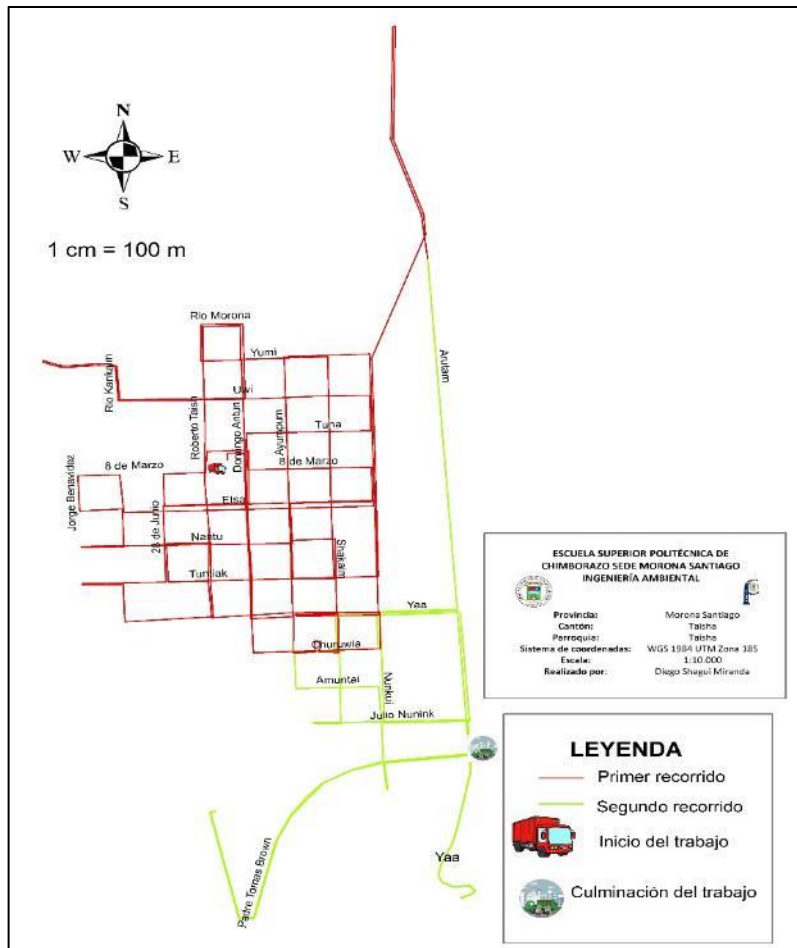
## ANEXO C. DELIMITACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE RUTAS



## ANEXO D. TRAZADO DEL NUEVO SISTEMA DE RUTAS EN AUTOCAD



## ANEXO E. NUEVO SISTEMA DE RUTAS DE RECOLECCIÓN





## ANEXO F. VEHÍCULO DE RECOLECCIÓN



## ANEXO G. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS



## ANEXO H. RELLENO SANITARIO DE TAISHA



## ANEXO I. DOCUMENTO DE ACEPTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE RUTAS

 GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL  
**TAISHA**  
*tuístico e intercultural*

 OBRAS PÚBLICAS

Taisha, 21 de Febrero de 2022

Señores  
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
De mi consideración

Por medio de la presente reciba un cordial y efusivo saludo deseándole los mejores éxitos en las funciones a ustedes encomendadas en beneficio de la educación superior del país.

Como analista de la Unidad de Manejo Integral de Residuos Sólidos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Taisha tengo el agrado de dirigirme a ustedes para informarles que el Sr. **SHAGUI MIRANDA DIEGO GONZALO** con cédula de identidad N° 1401294127 dio a conocer su tema de tesis titulado: **“OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL CENTRO CANTONAL TAISHA EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”** el mismo que fue revisado y analizado para posteriormente ejecutarlo, a su vez menciono que dicho proyecto es un aporte esencial e importante para el cantón en relación al adecuado sistema de rutas de recolección.

Sin nada más que decir aprovecho la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
Ing. Rodrigo Tiwi  
ANALISTA DE LA UNIDAD DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL GADMT





## ANEXO J. RECOLECCIÓN DE LAS BOLSAS DE BASURA DE LOS HOGARES



## ANEXO K. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS







espoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 27 / 06 / 2022

|   |
|---|
| <b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>  |
| <b>Nombres – Apellidos:</b> Diego Gonzalo Shagui Miranda                      |
| <b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>  |
| <b>Facultad:</b> Ciencias   |
| <b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental  |
| <b>Título a optar:</b> Ingeniero Ambiental                                    |
| <b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc. |

LEONARDO  
FABIO  
MEDINA  
NUSTE

Firmado digitalmente por  
LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE  
Nombre de reconocimiento (DN):  
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL  
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE  
CERTIFICACION DE INFORMACION-  
ESBCE, s=LEONARDO FABIO  
MEDINA NUSTE  
cn=LEONARDO FABIO MEDINA  
NUSTE  
Fecha: 2022.06.27 16:10:49 -05'00'



1322-DBRA-UTP-2022