



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO RELLENO  
SANITARIO DEL CANTÓN ANTONIO ANTE

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea 4: Gestión Sostenible y Aprovechamiento de los Recursos Naturales.

Sublínea: Ambiente y Biodiversidad

AUTOR: RAMIRO ALEXANDER BOLAÑOS MONCAYO

ASESOR: PhD. CÉSAR ALONSO ZULETA PADILLA

IBARRA – MARZO 2021



## CERTIFICACIÓN DEL ASESOR DE TESIS

Ibarra, 4 de marzo de 2021

PhD. Cesar Alonso Zuleta Padilla

### **CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) .....

PhD. CESAR ALONSO ZULETA PADILLA

C.C.: 100103754-6



## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): .....

PhD. Cesar Alonso Zuleta Padilla (Asesor)

C.C.: 100103754-6

(f): .....

Mgs. Diego Leopoldo Mejía Romo (Lector)

C.C. 100191296-1

(f): .....

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero (Lector)

C.C. 100274409-0



## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Ramiro Alexander Bolaños Moncayo, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 4 de marzo de 2021

f): .....

Ramiro Alexander Bolaños Moncayo

C.C.: 100375129-2



## AUTORÍA

Yo, Ramiro Alexander Bolaños Moncayo, portador de la cédula de ciudadanía N° 100375129-2, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

(f): .....

Ramiro Alexander Bolaños Moncayo

C.C. 100375129-2



## DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo: Ramiro Alexander Bolaños Moncayo, con CC: 100375129-2, autor del trabajo de grado intitulado: “Propuesta para la implementación del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniero en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales “ECAA”.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 4 de marzo de 2021

(f.).....

Ramiro Alexander Bolaños Moncayo

C.C. 100375129-2



## DEDICATORIA

Quiero extender una dedicatoria especial con mucho  
cariño y amor a toda mi familia quienes han  
sabido fortalecerme con notas de cariño y  
consideración, en especial a mi papito  
Teófilo Rafael Moncayo Aguirre  
quien desde el cielo me guía y  
me acompaña siempre.

A mi hermana, Gaby, por su apoyo incondicional y  
su ejemplo como persona y profesional. Gratitud  
inmensa hacia ustedes, que sin importar  
las adversidades me han apoyado  
en todo momento y permitido  
cumplir muchas metas  
en mi vida.

*Ramiro Alexander Bolaños Moncayo.*



## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar el agradecimiento infinito a mis  
padres Diana y Ramiro por haberme brindado  
todo el apoyo y la fortaleza durante  
mi etapa universitaria  
y en este trabajo  
de investigación.

Expresar el más sincero agradecimiento al Alcalde  
del Gobierno Autónomo Descentralizado del  
Cantón Antonio Ante el Ing. Rolando López,  
por la apertura y las facilidades necesarias  
para realizar este trabajo de investigación  
en mi querido cantón.

Extender la gratitud al Doctor César Zuleta  
director de este trabajo de investigación  
quien supo guiarme y acompañarme  
en este arduo compromiso para  
la finalización de mi tesis,  
quien a su vez compartió  
sus conocimientos  
conmigo.

*Ramiro Alexander Bolaños Moncayo.*

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR DE TESIS .....	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS .....	iv
AUTORÍA.....	v
DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE.....	ix
RESUMEN .....	10
CAPITULO I.....	12
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO II .....	14
OBJETIVOS .....	14
2.1. Objetivo General .....	14
2.2. Objetivos Específicos.....	14
CAPITULO III .....	15
ESTADO DEL ARTE.....	15
3.1. Residuos sólidos.....	15
3.2. Definición de Relleno Sanitario .....	17
3.3. Identificación de alternativas.....	17
3.4. Relleno sanitario mecanizado.....	18
3.5. Relleno sanitario semi-mecanizado .....	18
3.6. Relleno sanitario manual.....	18
3.7. Tratamiento de lixiviados.....	19
3.8. Tipos de vertido.....	19
3.8.1. Método de trinchera o zanja.....	19

3.8.2.	Método de Área .....	20
3.8.3.	Método combinado .....	21
3.9.	Disponibilidad del material de cobertura: .....	22
3.10.	Requisitos mínimos para establecer un Relleno Sanitario .....	22
3.11.	Condiciones Climatológicas.....	23
3.12.	Condiciones Hidrológicas .....	24
3.13.	Condiciones Geológicas.....	24
3.14.	Condiciones Topográficas.....	24
CAPITULO IV .....		25
MATERIALES Y METODOS .....		25
4.	Materiales .....	25
4.1.	Herramientas .....	25
4.2.	Área de estudio.....	25
4.3.	Diagnóstico a la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS).....	26
4.3.1.	Cálculo de la muestra para el estudio .....	27
4.3.1.1.	Método directo de encuestas .....	27
4.3.2.	Extrapolación de la población.....	28
4.3.3.	Cálculo del número de viviendas .....	28
4.3.4.	Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos .....	28
4.3.5.	Recolección de datos.....	28
4.3.6.	Identificación de viviendas para determinación de muestras .....	29
4.3.7.	Metodología para la caracterización de residuos sólidos .....	30
4.3.8.	Análisis de datos levantados en campo.....	30
4.4.	Identificación del terreno optimo.....	31
4.4.1.	Factores económicos, técnicos y constructivos .....	31
4.4.2.	Factores Ambientales .....	31

4.4.3.	Factores políticos, legales y sociales .....	32
4.4.4.	Elaboración de cartografía para evaluar los parámetros de la CEPAL.....	32
4.4.5.	Criterios para la calificación de alternativas para la selección del sitio ...	33
4.4.6.	Ponderación para la identificación del terreno óptimo.....	33
4.4.7.	Calificación para identificar el terreno óptimo.....	34
4.5.	Puntaje para la selección del terreno optimo .....	34
4.6.	Cálculos y diseño propuesto para el relleno sanitario del cantón Antonio Ante.....	35
4.6.1.	Determinación de la Producción Per Cápita (PPC) y el total diario de residuos sólidos .....	35
4.6.2.	Fórmula para el cálculo para el porcentaje de cobertura .....	35
4.6.3.	Caculo de volumen necesario para el relleno sanitario .....	35
4.6.4.	Densidad de residuos sólidos .....	36
4.6.5.	Cálculo de volumen de celda diaria.....	36
4.6.6.	Cálculo de volumen total ocupado .....	36
4.6.7.	Cálculo del largo de la celda.....	37
4.6.8.	Cálculo para el área requerida.....	37
4.6.9.	Cálculo de vida útil del Relleno Sanitario.....	38
4.6.10.	Cálculo de vida útil en años de servicio.....	38
4.7.	Método suizo.....	39
CAPITULO V .....		40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		40
5.	Extrapolación de la población del cantón Antonio Ante al año 2020.....	40
5.1.	Cálculo de viviendas en el año 2020.....	40
5.2.	Cálculo de la muestra en el cantón Antonio Ante .....	40
5.3.	Recolección de datos .....	43
5.4.	Diagnóstico de mercados del cantón Antonio Ante .....	44

5.4.1.	Mercado Central de Atuntaqui .....	44
5.4.2.	Mercado de Andrade Marín .....	45
5.4.3.	Número de comerciantes .....	45
5.4.4.	Estimación de Residuos Sólidos generados en los mercados .....	46
5.4.5.	Número de viajes de recolección en el mercado central de Atuntaqui .....	46
5.5.	Generación de residuos sólidos en la parroquia rural de Imbaya .....	47
5.5.1.	Clasificación de residuos sólidos en la parroquia Imbaya .....	47
5.6.	Generación total de residuos parroquia rural Chaltura .....	49
5.6.1.	Clasificación de subproductos de la parroquia Chaltura .....	49
5.7.	Generación de residuos sólidos de la parroquia rural Natabuela .....	51
5.7.1.	Clasificación de subproductos parroquia de la parroquia Natabuela .....	51
5.8.	Generación de residuos sólidos de la parroquia de Atuntaqui y Andrade Marín .....	53
5.8.1.	Clasificación de subproductos de la parroquia Atuntaqui y Andrade Marín .....	53
5.9.	Generación de residuos sólidos de la parroquia San Roque .....	55
5.9.1.	Clasificación de subproductos de la parroquia San Roque .....	55
5.10.	Rutas de barrido del cantón Antonio Ante .....	57
5.11.	Rutas de recolección .....	58
5.12.	Ordenanza de cobro en la recolección de residuos sólidos del cantón Antonio Ante .....	59
5.13.	Análisis de resultado en porcentaje de las encuestas realizadas en el cantón Antonio Ante .....	61
5.14.	Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos ...	66
5.15.	Volumen útil o capacidad del vertido .....	67
5.16.	Sistema de accesos del posible emplazamiento .....	67
5.17.	Disponibilidad de material de cobertura .....	68

5.18.	Existencia de infraestructuras, agua, alcantarillado, electricidad, teléfono ..	68
5.19.	Textura de Suelos .....	69
5.20.	Infiltración del suelo .....	70
5.21.	Costo del Terreno .....	71
5.22.	Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales.....	71
5.23.	Distancia a núcleos habitados.....	72
5.24.	Aguas subterráneas .....	73
5.25.	Aguas superficiales.....	75
5.26.	Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración.....	76
5.27.	Suelos, tipos, usos .....	79
5.28.	Vegetación .....	80
5.29.	Fauna.....	81
5.30.	Riesgos geológicos: inundaciones, movimientos de laderas, erosiones, sismicidad.....	82
5.31.	Calidad del paisaje.....	83
5.32.	Incidencia visual.....	83
5.33.	Espacios naturales o de interés cultural y/o científico.....	83
5.34.	Identificación de terrenos que cumplan los estándares para albergar un Relleno Sanitario en el Cantón Antonio Ante .....	84
5.34.1.	Alternativa Número 1. Sector el Incario. ....	84
5.34.2.	Alternativa Número 2. San José de Atuntaqui .....	86
5.34.3.	Alternativa Número 3. Sector el Rancho-Atuntaqui.....	87
5.35.	Análisis de alternativas para la calificación del terreno óptimo para la implementación del relleno sanitario del cantón Antonio Ante. ....	88
5.35.1.	Calificación de los aspectos económicos, técnicos y constructivos .....	89

5.35.2. Calificación para los factores ambientales y los factores políticos legales y sociales.....	91
5.35.3. Puntaje máximo del sistema de evaluación.....	91
5.36. Selección del terreno para el diseño del relleno sanitario del cantón Antonio Ante.....	94
5.37. Producción per cápita de residuos sólidos por parroquia.....	94
5.38. Porcentaje de cobertura.....	94
5.39. Volumen necesario para el relleno sanitario.....	94
5.40. Densidad de residuos sólidos .....	95
5.41. Cálculo de volumen de celda diaria .....	96
5.42. Material de cobertura .....	97
5.43. Volumen total ocupado.....	97
5.44. Área de implantación.....	98
5.45. Esquema de implantación del proyecto.....	98
5.46. Diseño de las celdas.....	99
5.47. Vida útil del relleno sanitario .....	105
5.48. Vida útil de celda en años de servicio .....	105
5.49. Generación de lixiviados.....	105
5.50. Celda de residuos hospitalarios .....	106
5.51. Planta de aprovechamiento de compostaje.....	107
5.52. Discusión .....	111
CAPITULO VI.....	113
CONCLUSIONES.....	113
CAPITULO VII.....	115
RECOMENDACIONES.....	115
CAPITULO VIII .....	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	116

ANEXOS .....	121
--------------	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los residuos sólidos urbanos según la cadena de valor.....	17
Tabla 2. Criterios para las variables consideradas por el Ministerio del Ambiente. ....	33
Tabla 3. Rango establecido para la selección del sitio.....	34
Tabla 4. Número de habitantes proyectados al 2020 por parroquias. ....	41
Tabla 5. Número de viviendas y porcentaje de representatividad de la muestra. ....	41
Tabla 6. Número de recipientes dispuestos en los mercados del cantón Antonio Ante. .	45
Tabla 7. Generación de residuos sólidos en los mercados de Antonio Ante. ....	46
Tabla 8. Proyección de habitantes y producción per cápita hasta el año 2035 en la parroquia de Imbaya. ....	47
Tabla 9. Proyección de habitantes y producción per cápita hasta el año 2035 en la parroquia de Chaltura.....	49
Tabla 10. Proyección de habitantes y producción per cápita hasta el año 2035 en la parroquia de Natabuela. ....	51
Tabla 11. Proyección de habitantes y producción per cápita hasta el año 2035 en la parroquia de Atuntaqui y Andrade Marín.....	53
Tabla 12. Proyección de habitantes y producción per cápita hasta el año 2035 en la parroquia San Roque.....	55
Tabla 13. Rutas de barrido exclusivas en espacios públicos. ....	57
Tabla 14. Rutas de recolección de residuos sólidos del cantón Antonio Ante. ....	58
Tabla 15. Tasa por el servicio de recolección de basura y desechos sólidos en el cantón Antonio Ante.....	59
Tabla 16. Distancia en km de recogida de residuos sólidos a núcleos de recogida. ....	66
Tabla 17. Extensión en área de alternativas para la capacidad del vertido.....	67
Tabla 18. Emplazamiento de alternativas. ....	67
Tabla 19. Disponibilidad de material de cobertura.....	68
Tabla 20. Existencia de servicios básicos.....	68
Tabla 21. Costo por metro cuadrado de alternativas. ....	71
Tabla 22. Distancia a núcleos habitados en el cantón Antonio Ante. ....	72
Tabla 23. Ítems de referencia de alternativa Número 1. ....	84
Tabla 24. Ítems de referencia Alternativa Número 2.....	86
Tabla 25. Ítems de referencia Alternativa Número 3.....	88

Tabla 26. Calificación y ponderación de sitios factores técnicos constructivos y económicos.....	90
Tabla 27. Rango establecido para los factores ambientales, políticos, legales y sociales. ....	91
Tabla 28. Calificación y ponderación de sitios factores ambientales. ....	92
Tabla 29. Calificación y ponderación de sitios factores políticos legales y sociales. ....	93
Tabla 30. Producción per cápita por parroquia del cantón Antonio Ante. ....	94
Tabla 31. Volumen de residuos generado en 15 años parroquia. ....	95
Tabla 32. Medidas Celda número 1. ....	100
Tabla 33. Medidas Celda número 2. ....	101
Tabla 34. Medidas Celda número 3. ....	102
Tabla 35. Medidas celda número 4. ....	103
Tabla 36. Medidas Celda número 5. ....	104
Tabla 37. Medidas de celda residuos peligrosos. ....	107
Tabla 38. Generación y volumen de la fracción orgánica para realizar compostaje. ....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de una zanja en un Relleno Sanitario Mecanizado .....	20
Figura 2. Método de Área, Relleno Sanitario Mecanizado .....	21
Figura 3. Método Combinado, Relleno Sanitario Mecanizado .....	22
Figura 4. Ubicación de alternativas en el Cantón Antonio Ante.. .....	26
Figura 5. Método de cuarteo.....	30
Figura 6. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de Imbaya .....	48
Figura 7. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de Chaltura.....	50
Figura 8. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de Natabuela. ....	52
Figura 9. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia Atuntaqui y Andrade Marín. .	54
Figura 10. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de San Roque. ....	56
Figura 11. ¿Número en promedio de personas que habitan el domicilio en el Cantón Antonio Ante? .....	61
Figura 12. ¿Cómo califica la gestión que ha realizado el municipio de Antonio Ante respecto al manejo integral de residuos sólidos?.....	61
Figura 13. ¿Dispone de los recipientes adecuados para la recolección diferenciada de los residuos sólidos en su domicilio?.....	62
Figura 14. ¿Clasifica usted los residuos sólidos conforme a la ordenanza de Calidad Ambiental municipal del cantón Antonio Ante?.....	62
Figura 15. ¿Realiza usted un aprovechamiento de residuos orgánicos y reciclables en su domicilio? .....	63
Figura 16. ¿Qué tipo de aprovechamiento realiza en su domicilio? .....	63
Figura 17. ¿Conoce usted sobre la terminación de la vida útil del actual relleno sanitario del Cantón Antonio Ante ubicado en el sector de Patabarán?.....	64
Figura 18. ¿Estaría usted de acuerdo con la implementación del nuevo relleno sanitario en el cantón Antonio Ante? .....	64
Figura 19. ¿Cómo elimina los residuos sólidos en su domicilio?.....	65
Figura 20. Textura de Suelo Cantón Antonio Ante. ....	69
Figura 21. Infiltración del suelo.....	70
Figura 22. Núcleos habitados en el cantón Antonio Ante. ....	72
Figura 23. Aguas superficiales.....	75
Figura 24. Precipitación media mensual.....	77

Figura 25. Temperatura media mensual .....	78
Figura 26. Clasificación de suelo .....	79
Figura 27 . Cobertura vegetal alternativas. ....	80
Figura 28. Erosión de suelo cantón Antonio Ante.....	82
Figura 29. Alternativa Número 1 El Incario .....	84
Figura 30. Alternativa Número 2 San José de Atuntaqui.....	86
Figura 31. Alternativa Número 3 El Rancho .....	87
Figura 32. Levantamiento topográfico del terreno seleccionada para la implantación del proyecto. ....	98
Figura 33. Esquema de implantación por áreas de trabajo en el relleno sanitario del cantón Antonio Ante. ....	99
Figura 34. Esquema celda número uno.....	100
Figura 35. Esquema de celda número dos. ....	101
Figura 36. Esquema Celda número 3. ....	102
Figura 37. Esquema Celda número 4. ....	103
Figura 38. Esquema Celda número 5. ....	104
Figura 39. Esquema de circulación de lixiviados. ....	106
Figura 40. Esquema celda de residuos peligrosos. ....	106
Figura 41. Esquema planta de compostaje. ....	109

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Invitación al estudio para la caracterización de residuos sólidos urbanos ....	121
Anexo 2. Entrega de fundas plásticas para la recolección de residuos sólidos urbanos	121
Anexo 3. Retiro de muestras para la caracterización de residuos sólidos urbanos .....	122
Anexo 4. Desinfección del área de trabajo, y muestras de residuos .....	122
Anexo 5. Cuarteo de residuos sólidos .....	123
Anexo 6. Inspección a mercados del cantón Antonio Ante .....	123
Anexo 7. Modelo de encuesta aplicado a jefes de hogar .....	124
Anexo 8. Encuestas realizadas a los jefes de hogar.....	124
Anexo 9. Tabulación de encuestas .....	125
Anexo 10. Visita en campo a terrenos como alternativas .....	126
Anexo 11. Escombros en acera de vía.....	127
Anexo 12. Caracterización de residuos sólidos urbanos parroquia de Imbaya.....	128
Anexo 13. Caracterización de residuos sólidos urbanos parroquia Natabuela .....	129
Anexo 14. Caracterización de residuos sólidos urbanos parroquia de Chaltura .....	130
Anexo 15. Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia de Atuntaqui y Andrade Marín .....	131
Anexo 16. Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia de San Roque.....	132

## RESUMEN

El cantón Antonio Ante se encuentra ubicado geográficamente en el centro de la provincia de Imbabura, actualmente el relleno sanitario con el que cuenta el cantón ha finalizado su vida útil, para el tiempo que fue proyectado (2007-2017) que en sus etapas cumple las siguientes fases: recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos y peligrosos. La presente investigación se encuentra sustentada a través del método directo de DELPHI mediante la revisión de documentación proporcionada por parte del GAD Municipal Antonio Ante y el levantamiento de información en campo para realizar el diagnóstico de la gestión de residuos utilizando encuestas y constatación en territorio. Para su caracterización se utilizó la Guía para Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios de CEPIS-OPS, obteniendo como resultados la Producción Per Cápita (PPC) para las parroquias urbanas Atuntaqui y Andrade Marín el 0,60 kg/hab/día, en la parte rural las parroquias de Imbaya es 0,52 kg/hab/día, Chaltura 0,48 kg/hab/día, Natabuela 0,49 kg/hab/día y San Roque 0,52 kg/hab/día. Tomando en consideración el aumento del 1% cada dos años en la PPC, se realizó la extrapolación de la generación de residuos que actualmente se producen alrededor de 27 ton/día y el año que finaliza el proyecto se generará 46,82 ton/día. A través de la cartografía de libre acceso con la que cuenta el Instituto Geográfico Militar se identificaron tres terrenos previamente analizados con la dirección de Planificación del GAD-Municipal de Antonio Ante, la alternativa N°1 se encuentra ubicada en el sector del Incario (Chaltura), alternativa N°2 (San José), alternativa 3 (El Rancho); previo a la selección del área se realizó la calificación y puntaje de las alternativas para verificar el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas, sociales, ambientales, para desarrollar la propuesta de implementación del relleno sanitario, la viabilidad económica y demás consideraciones que protegen la salud de la población y el patrimonio natural del área territorial del cantón. La densidad de residuos sólidos estabilizados para el diseño del relleno sanitario es de 800 kg/m<sup>3</sup> el volumen generado en 15 años por el cantón Antonio Ante aproximadamente de 100 000 m<sup>3</sup>, el área necesaria para albergar el nuevo relleno sanitario es de 7 ha, el terreno seleccionado se encuentra ubicado en la parroquia rural de Chaltura en el sector el Incario cuyo diseño comprende un método combinado de zanja y/o trinchera y cuenta con una extensión total de 10,7 ha.

Palabras clave: residuos, relleno sanitario, generación, producción per cápita.

## ABSTRACT

The canton Antonio Ante is geographically located in the center of Imbabura Province, currently the sanitary landfill has ended its useful life, for the time it was projected (2007-2017) which in its stages meets the following phases: collection, transport, treatment and final disposal of urban and hazardous solid waste. This research is supported through the DELPHI direct method by reviewing documentation provided by the Municipal GAD Antonio Ante and collecting information in the field to diagnose waste management using surveys and verification in the territory. For its characterization, the CEPIS-OPS Guide for Characterization of Household Solid Waste was used, obtaining as results the Per Capita Production (PPC) for the urban parishes Atuntaqui and Andrade Marín of 0,60 kg / inhabitant / day, in the rural part the parishes of Imbaya is 0,52 kg / inhab / day, Chaltura 0,48 kg / inhab / day, Natabuela 0,49 kg / inhab / day and San Roque 0,52 kg / inhab / day. Taking into account the increase of 1% every two years in the PPC, the extrapolation of waste generation is currently produced around 27 tons / day and for the year that the project ends will generate 46,82 tons / day. Through the free access cartography that the Military Geographical Institute has, three lands previously analyzed with the Planning Directorate of the GAD-Municipal de Antonio Ante were identified, alternative N° 1 is located in the Incario sector (Chaltura ), alternative N° 2 (San José), alternative 3 (El Rancho); prior to the selection of the area, the qualification and scoring of the alternatives was carried out to verify compliance with all technical, social, and environmental specifications, to develop the proposal for the implementation of the sanitary landfill, economic viability and other considerations that protect the health of the population and natural heritage of the territorial area of the canton. The density of stabilized solid waste for the design of the sanitary landfill is 800 kg / m<sup>3</sup>, the volume generated in 15 years by the canton Antonio is approximately 100 000 m<sup>3</sup>, the area necessary to house the new sanitary landfill is 7 ha, the selected area is located in the rural parish of Chaltura in the Incario sector, the design of which comprises a combined trench and / or trench method and has a total area of 10,7 ha.

Keywords: waste, landfill, generation, production per capita.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende aportar una herramienta de apoyo para el Gobierno Autónomo Municipal de Antonio Ante, con la verificación del cumplimiento de la Ordenanza de la Calidad Ambiental del cantón Antonio Ante (2017), el Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017) y del Reglamento Código Orgánico del Ambiente (RECOA, 2019), Reglamento Interministerial de Gestión de Desechos Sanitarios NTE INEN 20841 y 2266-2013, del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura (2014), mediante revisión de los artículos aplicables al proyecto para evaluar su cumplimiento. Se realizó un diagnóstico a las fases de la Gestión Integral Residuos Sólidos (GIRS) y se recomendaron alternativas de mejoras, a la gestión integral de residuos sólidos estandarizado, propuesta por el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS, 2010-2013), prevención y minimización de la generación, reutilización, reciclaje, aprovechamiento y disposición final.

La Unidad de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado-Municipal de Antonio Ante (UGADM-AA), realizó la caracterización en el año 2012, en lo relacionado a las áreas urbano rural y de comercios, debido a esto, se propone actualizar la caracterización de los residuos sólidos, aplicando los lineamiento de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Organización Panamericana de la Salud (2005), que es aplicada para los países de América Latina y el Caribe, para determinar la cantidad, composición y la generación per cápita, utilizando el método de muestreo estadístico, que implica la zonificación, en las parroquias urbanas y rurales del cantón Antonio Ante. La toma de muestras se realizó durante 8 días, de un número representativo de las fuentes de generación domiciliaria.

La identificación de los tres terrenos, a evaluarse se realizó a en base a investigaciones previas realizadas por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Antonio Ante (GADM-AA), para la implementación del nuevo relleno sanitario, semi mecanizado, utilizando el método de conocimiento combinado zanja y área. La información cartográfica de ubicación de los sitios preliminares, proporcionados por la Dirección de Planificación del (GADM-AA), tomando en cuenta el uso del suelo, la Actualización del Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial Antonio Ante (2019),

además de la herramienta de Sistema de Información Geográfica (SIG) para el análisis de los criterios técnicos, constructivo, económico, ambiental, legal y social (COA, 2017). Identificando áreas potenciales que no afecten a la salud de la población, el crecimiento urbano, las actividades productivas y los recursos naturales (Gutiérrez et al., 2012).

Cumplida la vida útil de relleno sanitario del Cantón Antonio Ante, se propone la mejor alternativa de ubicación de la celda para el nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante, utilizando los datos de la Producción Per Cápita (PPC) y la cantidad de residuos sólidos que se genera en el cantón Antonio Ante, se determinó las dimensiones de la celda diaria cuya capacidad garantizará la disposición de los desechos sólidos no reciclables, compactados técnicamente y ambientalmente adecuadas, optimizando el uso del espacio, la cantidad de cobertura, tiempo de compactación, reduciendo los costos de operación y ampliando el tiempo de vida útil del relleno sanitario (Guía CEPAL N°2, 2016).

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS**

#### 2.1. Objetivo General

Elaborar una propuesta para la implementación del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura

#### 2.2. Objetivos Específicos

1. Realizar el diagnóstico al plan de gestión integral de residuos sólidos en el cantón Antonio Ante
2. Identificar el terreno óptimo para la implementación del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante
3. Elaborar la propuesta para la implementación del nuevo relleno sanitario para el cantón Antonio Ante

## CAPITULO III

### ESTADO DEL ARTE

Los residuos sólidos urbanos incluyen todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas. Son principalmente generados en las viviendas, comercios y oficinas, es decir por cualquier actividad humana en los centros urbanos o en su zona de influencia directa. Normalmente se encuentran en estado sólido y no son calificados como peligrosos, pero contienen un elevado grado de contaminación y pueden contener diversos agentes patógenos. Son residuos sólidos que comúnmente se encuentran formados por orgánicos e inorgánicos (Colomer y Gallardo, 2007). Los residuos sólidos urbanos también incluyen los residuos de la limpieza en vías públicas, áreas verdes, áreas recreativas y playas, animales domésticos muertos, muebles, vehículos abandonados, así como residuos y escombros de obras menores de construcción y reparación domiciliaria (De la Morena et al., 2017).

La GIRS, que por lo general se encuentra bajo la responsabilidad de las autoridades locales de acuerdo con el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD), los encargados de la gestión son los Gobiernos Municipales, es un proceso altamente complejo que requiere un importante grado de especialización y conocimiento ya que supone un esfuerzo multidisciplinario que abarca aspectos socioeconómicos, técnicos y políticos (MAE-PNGIDS 2014).

Consta de los siguientes eslabones, algunos de los cuales son definidos en el anexo 6 del libro VI del Código Ambiental Ecuatoriano del COA, 2017 y Acuerdo Ministerial 061 (2015), redactados en lo siguiente:

#### 3.1. Residuos sólidos

**Generador:** Se refiere a la acción de producir una cierta cantidad de materiales orgánicos e inorgánicos, en un cierto intervalo de tiempo, luego de un proceso de consumo. Esta acción la realiza toda la sociedad en sus actividades diarias en los hogares, industrias, comercios, etc.

**Separación en la fuente o segregación:** Es el proceso de separación que sufren los residuos sólidos en la misma fuente generadora, antes de ser almacenados.

**Almacenamiento temporal:** Es la acción de retener o disponer temporalmente los residuos sólidos, en espera que sean recolectados para su posterior transporte a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

**Recolección y Transporte:** Es la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para depositarlos dentro de los equipos-camiones de recolección y conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento o disposición final.

**Del tratamiento:** Los generadores, empresas privadas y/o municipalidades en el ámbito de sus competencias son responsables de dar un adecuado tratamiento a los residuos sólidos no peligrosos. El tratamiento corresponde a la modificación de las características de los residuos sólidos no peligrosos, ya sea para incrementar sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana, previo a su disposición final.

**Acopio y/o transferencia:** Es la acción acopiar temporalmente los residuos para luego transferirlos desde las unidades de recolección a los vehículos de transferencia, con el propósito de transportar una mayor cantidad de estos a un menor costo. Con el cual se logra una eficiencia global del sistema.

**Aprovechamiento y Transformación (Reciclaje):** Proceso de transformación física, química o biológica de los desechos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial y en el cual se puede generar un nuevo desecho sólido, de características diferentes. En esta fase se incluye el Reciclaje que se define en el código ambiental como la operación de separar, clasificar selectivamente a los desechos sólidos para utilizarlos convenientemente. “Él termino reciclaje se refiere cuando los desechos sólidos clasificados sufren una transformación para luego volver a utilizarse”.

**Disposición final:** Es la acción de depósito permanente de los desechos sólidos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

De acuerdo con la categorización y clasificación del MAE-PNGIDS (2012; 2015), en la cadena de valor los residuos se clasifican en: Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos Sólidos Especiales (RSE). Así entonces para entender mejor en la cadena de valor se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 1.

*Clasificación de los residuos sólidos urbanos según la cadena de valor.*

Generador	Recolección/Barrido	Transferencia y Aprovechamiento	Disposición final
Residuos sólidos urbanos (RSU); residencial, comercial e industrial	A pie de vereda Contenerización	Existe aprovechamiento de PET, papel y cartón en los GAD´s grandes.	El 80% se dispone en botaderos y sólo el 20% en rellenos sanitarios
Residuos sólidos especiales (RSE), en peligrosos, escombros y hospitalarios	Escombros se recogen por medio de volquetas. Peligrosos se recogen una vez por semana generalmente.	En los GAD´s grandes se hace tratamiento de los desechos hospitalarios	En los GAD´s grandes existen celdas de seguridad y escombreras

Fuente: PNGIDS, 2015

### 3.2. Definición de Relleno Sanitario

Esta es una técnica utiliza en celdas acondicionadas y compactadas en el menor espacio posible con el fin de evitar la contaminación y perjuicio al ambiente. Además, las celdas se cubren con material natural o artificial para evitar el deterioro de cuerpos de agua, aire y suelo utilizando técnicas que evitan la producción de líquidos y gases al ambiente y reduciendo riesgos para la salud (Jaramillo, 2002; Ministerio del Ambiente, 2015).

### 3.3. Identificación de alternativas

Identificación de sitios alternativos para la implementación de rellenos sanitarios, la primera acción que se debe llevar a cabo, es conocer el área general donde se puede localizar, es decir, en el municipio o en su caso en municipios vecinos (esto sucede principalmente en municipios o ciudades con alta densidad demográfica). Para la identificación de sitios alternativos, se puede recurrir a la información cartográfica disponible en los Planes de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Municipal o información proporcionada por la Unidad de Catastro u otras instancias de manera de

identificar áreas potenciales que no afecten a los procesos de crecimiento urbano, las condiciones productivas y los recursos naturales (Gutiérrez et al., 2012).

#### 3.4. Relleno sanitario mecanizado

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 t/día. Por sus exigencias, es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargadora, tractor de oruga, entre otros.

#### 3.5. Relleno sanitario semi-mecanizado

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 t/día de residuos sólidos en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que se podría llamar semi-mecanizado. Para este tipo de rellenos sanitarios, es necesario el empleo de equipos de movimiento de tierras (tractores de orugas o retroexcavadoras) en forma permanente cuando al relleno sanitario se llevan más de 40 t/día de residuos sólidos. En la Región, esto equivale por lo general a poblaciones mayores de 40 000 habitantes. Por su versatilidad, el tractor agrícola puede servir para prestar o apoyar el servicio de recolección de basura si de preferencia se le engancha un remolque con volteo hidráulico de unos 6 a 8 metros cúbicos de capacidad o bien una caja compactadora, dependiendo de las necesidades y recursos de la localidad.

#### 3.6. Relleno sanitario manual

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen menos de 15 t/día, además de sus

condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas (Manuales de la CEPAL N° 2, 2016).

La celda diaria se define como la unidad básica de construcción del relleno sanitario; se asemeja a un pequeño bloque y está constituida por la cantidad de residuos que se entierra en un día y por la tierra necesaria para cubrirla. Sus dimensiones varían en cada caso y se define teóricamente como un paralelepípedo. Su ancho equivale al frente de trabajo necesario para que los vehículos recolectores puedan descargar la basura. El largo o avance está definido por la cantidad de basura que llega al relleno en un día y la altura se limita a un metro o metro y medio para lograr una mayor compactación CEPAL/ILPES/OPS/UNC, 1999c, CEPAL, Manual N° 2 (2016).

### 3.7. Tratamiento de lixiviados

También debe considerarse un aumento de área para las piscinas o lagunas de lixiviados y obras complementarias, como la construcción de instalaciones administrativas, vías de circulación, patio de maniobras, maestranza o mecánica de vehículos, caseta de control, canales perimetrales, cerca perimetral, arborización perimetral y otros que se indicarán más adelante. Para el cálculo de Área Total, al Área requerida para el relleno sanitario, se incrementará entre un 20 a 30% adicional (Jaramillo, 2002).

### 3.8. Tipos de vertido

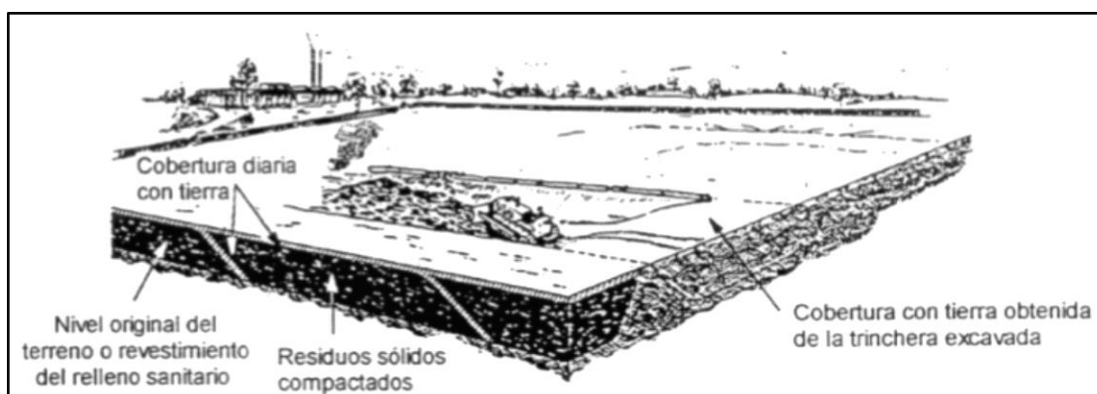
Entre los métodos más conocidos para disponer los residuos sólidos, se consideran actualmente a los rellenos sanitarios como la mejor solución técnica, económica y ambiental (Manual de la CEPAL, 2016).

#### 3.8.1. Método de trinchera o zanja

Este método consiste en la excavación de zanjas en suelos con buenas características de cohesión. La profundidad de excavación dependerá del nivel freático, la Norma Boliviana 760 recomienda que como mínimo debe alcanzar los 2 m. El área requerida dependerá del volumen necesario de residuos sólidos y la profundidad media de la zanja, en promedio el ancho de la zanja varía entre los 5 a 6 metros. Por otro lado, el corte de talud

debe estar de acuerdo con el ángulo del suelo excavado. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados para este método por el riesgo de contaminar el acuífero; los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación. En períodos de alta precipitación pluvial, las aguas pueden inundar las zanjas; para atenuar estas contingencias, se debe construir canales perimetrales de manera de captarlas y desviarlas hacia zanjas para almacenamiento temporal.

Cuando se trata de terrenos que no son parejos, por ejemplo, con pendientes de 5% y en varias direcciones y si se busca optimizar el uso del terreno y facilitar las excavaciones, se debe tratar de que las zanjas sigan las curvas de nivel. De esta manera, se logra un mejor manejo de la tierra excavada, tanto para su almacenamiento a un lado de la zanja como para su utilización posterior como material de cobertura. Por lo tanto, se recomienda realizar la apertura de las zanjas con excavaciones en la parte inferior del terreno para luego ir ascendiendo a medida que se van llenando.



*Figura 1.* Esquema de una zanja en un Relleno Sanitario Mecanizado Fuente: Guía para Relleno Sanitarios en Países en Desarrollo (U.S EPA), 2009

### 3.8.2. Método de Área

El método de área se puede utilizar tanto en terrenos planos como para rellenar depresiones o canteras abandonadas. Este método consiste en depositar los residuos sólidos directamente en el suelo previamente impermeabilizado. Para este método, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial de áreas colindantes. En el caso de depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad, el material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de transporte.

La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba. El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, los residuos se descargan en la base del talud, se extiende y apisona contra él y se recubre diariamente con una capa de tierra. La aplicación de este método requiere siempre de la presencia de un sólido terraplén (natural o artificial), de forma de compactara los residuos sobre el mismo.

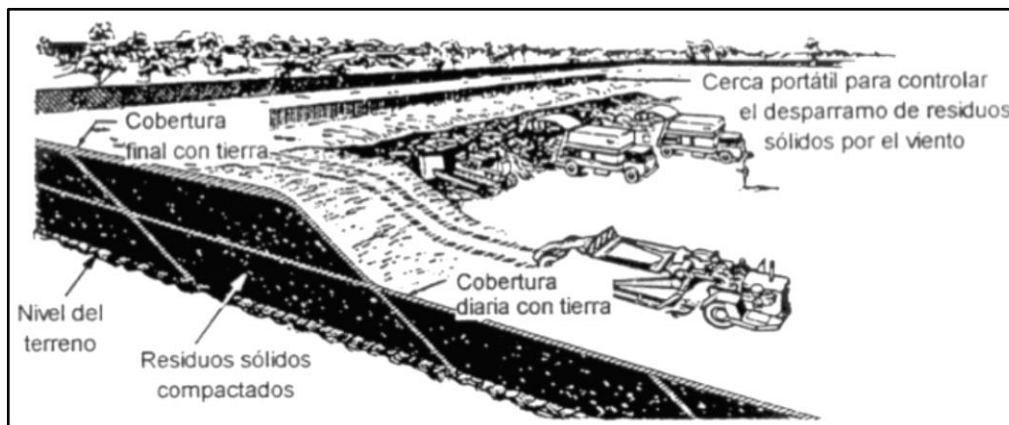


Figura 2. Método de Área, Relleno Sanitario Mecanizado Fuente: Guía para Relleno Sanitarios en Países en Desarrollo (U.S EPA), 2009

### 3.8.3. Método combinado

Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados, siempre y cuando la topografía y las condiciones físicas del terreno lo permitan (Colomer, 2007).

Este método consiste en combinar los métodos de zanja y área puesto que presentan técnicas similares de operación. Su importancia radica en el mejor aprovechamiento del terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados (Gallardo, 2007).

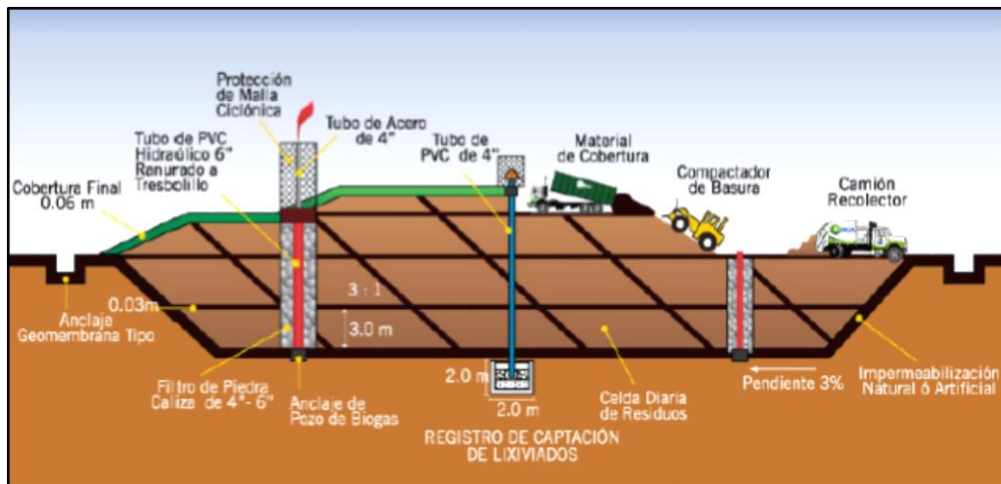


Figura 3. Método Combinado, Relleno Sanitario Mecanizado Fuente: Robèn 2002

### 3.9. Disponibilidad del material de cobertura:

Los terrenos planos, que cuentan con un suelo limo-arcilloso y el nivel freático a una profundidad tal que no haya posibilidad de contaminar las aguas subterráneas por la disposición de residuos, pueden ofrecer una buena cantidad de material de cobertura, en especial si se decide usar el relleno en zanjas. Por el contrario, si el terreno tiene un suelo arenoso o si el nivel freático está a poca profundidad (a menos de un metro), primero se tendrá que impermeabilizar el terreno y luego, acarrear el material de cobertura desde otro sitio, lo que elevará enormemente los costos, de ahí que sería preferible descartarlo. Las hondonadas o los terrenos ondulados pueden brindar buenas posibilidades de material de cobertura, al nivelar el terreno y hacer los cortes en las laderas de las depresiones (Sandoval, 2008).

### 3.10. Requisitos mínimos para establecer un Relleno Sanitario

Según el MAE (2015), todo sitio para la disposición sanitaria de residuos sólidos provenientes del servicio de recolección deberá cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos para rellenos sanitarios semi mecanizados:

- El relleno sanitario debe ubicarse a una distancia no menor de 13 Km. de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje
- No debe ubicarse en zonas donde se ocasione daños a los recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas, fuentes termales o medicinales), a la flora, fauna, zonas agrícolas ni a otros elementos del paisaje natural. Tampoco se deben escoger áreas

donde se afecten bienes culturales (monumentos históricos, ruinas arqueológicas, etc.)

- El relleno sanitario deberá estar ubicado a una distancia mínima de 200 m de la fuente superficial más próxima
- Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslaves, a agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc., que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno
- El relleno sanitario no debe ubicarse en áreas incompatibles con el plan de desarrollo urbano de la ciudad. La distancia del relleno a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 m. Tampoco se deben utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas, etc.)
- El relleno sanitario debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos.
- El lugar seleccionado para el relleno sanitario debe contar con suficiente material de cobertura, de fácil extracción
- La permeabilidad de los suelos deberá ser igual o menor que  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg; si es mayor se deberá usar otras alternativas impermeabilizantes
- Se deberá estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de por lo menos 10 años
- El relleno sanitario debe contar con los servicios mínimos de: suministro de agua, energía eléctrica, línea telefónica, sistema de drenaje para evacuación de sus desechos líquidos, de acuerdo con la complejidad de las actividades realizadas
- Se debe ejercer el control sobre el esparcimiento de los desechos sólidos, partículas, polvo y otros materiales que por acción del viento puedan ser transportados a los alrededores del sitio de disposición final

### 3.11. Condiciones Climatológicas

Según Jaramillo (2002), la precipitación pluvial, la evaporación, la temperatura y la dirección del viento son los principales datos climatológicos que se deben recopilar para establecer las especificaciones de diseño de la infraestructura del relleno sanitario y tener un mejor conocimiento de las condiciones a las que estará sometida la obra en general.

### 3.12. Condiciones Hidrológicas

De acuerdo con Jaramillo (2002), es necesario observar la existencia de nacimientos de agua en el terreno que habrá que drenar bajando su nivel, es necesario evaluar la profundidad del manto freático o aguas subterráneas, dado que es necesario mantener por lo menos una distancia de 1 a 2 metros entre éstas y los desechos sólidos.

### 3.13. Condiciones Geológicas

Los suelos sedimentarios con características areno - arcillosas son los más recomendables ya que son suelos poco permeables, por lo cual la infiltración de líquido contaminante se reduce sustancialmente. Además, este tipo de suelo es suficientemente manejable como para realizar excavaciones, cortes y usarlo como material de cubierta. Los terrenos identificados no deberán estar ubicados sobre o cerca de fallas geológicas ni en zonas con riesgos de estabilidad ni deben tener la posibilidad de ocurrencia de inundación por acumulación de aguas pluviales o avenidas (Sandoval, 2008).

### 3.14. Condiciones Topográficas

Según Jaramillo (2002), se debe realizar el levantamiento topográfico con todos los detalles, en escala 1:250-1:500, con curvas de nivel  $c/m$  y acotadas  $c/5 m$ , para elaborar los cálculos y el diseño definitivo del relleno sanitario.

## CAPITULO IV

### MATERIALES Y METODOS

#### 4. Materiales

A continuación; se detallan los materiales utilizados para la realización de la presente investigación

- Guantes de caucho
- Botas de caucho
- Mascarilla
- Alcohol antiséptico
- Fundas plásticas tamaño 58cm x 71cm
- Plástico de polietileno de 4 x 3m
- Hojas de trabajo A4
- Esferos de color azul
- Libreta de apuntes

#### 4.1.Herramientas

A continuación, se detallan las herramientas utilizadas en la investigación

- Flexómetro
- Balde 20 litros
- Balanza mecánica capacidad 20 kg
- Pala
- Rastrillo

#### 4.2.Área de estudio

El área de estudio corresponde a las parroquias de Natabuela, Chaltura, Imbaya, San Roque y Atuntaqui del cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. El tipo de clima corresponde a Templado Subhúmedo, que se caracteriza por tener precipitaciones medias anuales en el rango de 600 a 800 mm y temperaturas medias anuales en el rango de 15 a 25,5°C, la altitud del terreno varía entre 2 300 y 2 350 msnm. En la Figura 4 se muestra la ubicación geográfica del área de estudio.

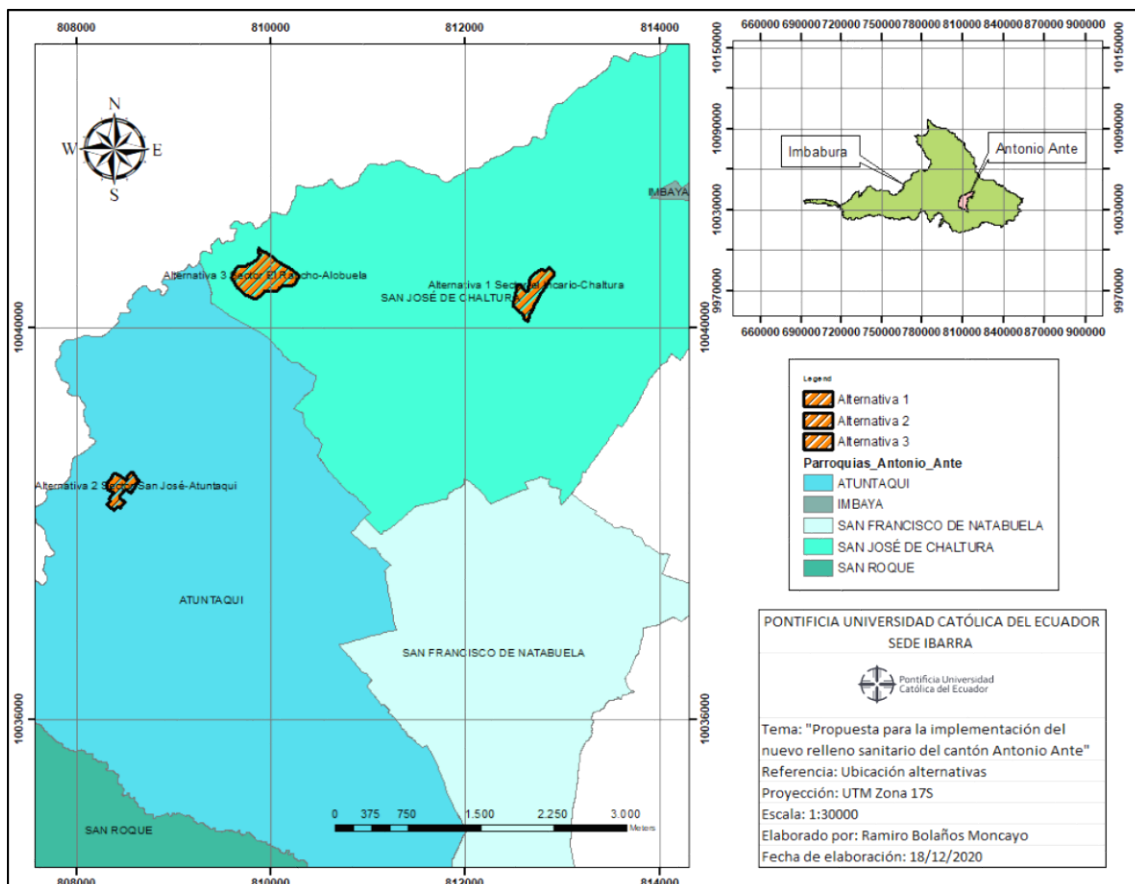


Figura 4. Ubicación de alternativas en el Cantón Antonio Ante. Elaborado por: El Autor

Nota: Alternativa 1: terreno con una pendiente del 6%

Alternativa 2: terreno con pendiente del 4%

Alternativa 3: terreno con pendiente del 18%

A través de la información facilitada por parte de la Dirección de Planificación del GAD Municipal de Antonio Ante, mediante estudios previos realizados en el año 2017, se identificaron tres terrenos preliminarmente, las alternativas se ubican en tres diferentes terrenos, en las cuales se realizó una evaluación, calificación y selección del área.

#### 4.3. Diagnóstico a la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)

Con el objetivo de realizar el diagnóstico GIRS, se empleó el método de análisis síntesis a partir de revisión bibliográfica y documentación especializada brindada por el GAD Municipal del Cantón Antonio Ante, así como de la experiencia de especialistas y el método hipotético-deductivo para el diseño y la aplicación de la metodología propuesta.

Además, se emplearon instrumentos sociológicos tales como entrevistas, encuestas y cuestionarios para recopilar información ambiental, consulta a especialistas de la organización, el método Delphi (Reguant; Torrado, 2016).

Además, se emplearon métodos estadísticos para el análisis de datos y validación de los resultados. La aplicación sistémica permitió el cumplimiento de las diferentes etapas de la investigación y el alcance de los resultados obtenidos.

El diagnóstico fue la premisa para incidir sobre los fenómenos que están vinculados con el medio ambiente. El diagnóstico puede definirse como el conjunto organizado y procesado de datos relacionados con el medio ambiente que constituyen la base del conocimiento ambiental para la solución de problemas y la toma de decisiones (Cuéllar et al., 2019).

#### 4.3.1. Cálculo de la muestra para el estudio

La muestra del estudio se obtuvo mediante un muestreo estadístico, el tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula que propone el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente y la Organización Panamericana de la Salud CEPIS-OPS (2004), es la siguiente la fórmula:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Donde:

n=número de muestras

N=(Universo) número total de viviendas

$Z_{1-\alpha/2}^2$ =nivel de confianza del 95%= (1,96 según la OPS)

$E^2$ =el 10% de la PPC nacional actualizada a la fecha de la ejecución del estudio

$\sigma^2$ =desviación estándar

##### 4.3.1.1. Método directo de encuestas

La encuesta es una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante la cual se recogen y analizan una serie de datos de una muestra de casos representativos de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características (García, 2015).

#### 4.3.2. Extrapolación de la población

Para el cálculo de la población proyectada al año 2020 se empleó la siguiente fórmula propuesta por el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE, 1984):

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Dónde:

Pf=Población final

Po=Población anterior

r=Tasa promedio anual de crecimiento

n=Número de años proyectados

#### 4.3.3. Cálculo del número de viviendas

Se empleó la fórmula propuesta por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS, 2004).

$$Vt = \frac{Pf}{\text{Número de habitantes por vivienda}}$$

Para calcular el número total de viviendas en el año 2020 en el cantón Antonio Ante tomando en cuenta que el catastro municipal no se encuentra actualizado, CEPIS propone tomar el número de habitantes por vivienda según el INEC se encuentra formada por cinco habitantes por vivienda.

#### 4.3.4. Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos

Se aplicó el muestreo directo que consistió en el pesaje de los residuos sólidos en la fuente generadora, para lo cual fue necesario determinar una muestra que sea representativa mediante un análisis estadístico, de tal manera que tenga una confiabilidad adecuada (Castillo, 2012).

#### 4.3.5. Recolección de datos

Según CEPIS-OPS (2012), se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Se enviaron las comunicaciones oficiales a los propietarios de las viviendas seleccionadas para dar a conocer el estudio del trabajo de grado, su importancia y el personal involucrado
- Se indicó a los jefes de hogar que el muestreo se realizaría durante 8 días consecutivos

- Las muestras de los domicilios fueron trasladadas al coliseo de San Francisco de Natabuela, donde durante ocho días se llevó a cabo la caracterización.
- El objetivo de la caracterización fue obtener el peso específico, la composición de los residuos sólidos y PPC de residuos.
- Se capacitó al personal encargado de la caracterización considerando aspectos como su presentación ante los propietarios de las viviendas seleccionadas, el tipo de información a obtener, y el trabajo con los residuos recolectados, entre otros.
- Se registró el nombre del jefe de hogar, la dirección y el número de habitantes por vivienda seleccionada
- Se entregaron 5 120 fundas plásticas vacías a los propietarios de cada una de las viviendas seleccionadas y se solicitó que depositen en ellas los residuos generados en la vivienda durante las 24 h del día, y que procuren no cambiar sus costumbres o rutinas diarias
- Se realizó las encuestas a los jefes del hogar para el levantamiento de información.
- Las muestras se recogieron en un vehículo tipo camioneta durante los ocho días consecutivos
- Se identificó a través de la etiqueta el número de la vivienda, el número de habitantes por vivienda, parroquia y fecha
- Las muestras se colocaron en un área de zona pavimentada y sobre un plástico de 4x3 m<sup>2</sup>
- Se procedió a vaciar el contenido de las fundas y se colocó los residuos en el centro formando un montón, con la finalidad de homogenizar la muestra
- Posteriormente se procedió a realizar una fumigación con amonio cuaternario a la muestra antes de homogenizar, para la prevención del riesgo de contagio de COVID-19 y demás agentes que pudieran afectar la salud humana

#### 4.3.6. Identificación de viviendas para determinación de muestras

Según CEPIS (2006), establece el método de selección de viviendas a través de la utilización del mapa censal por manzanas emitido por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el número total de muestras de acuerdo con la formula estadística para el cantón Antonio Ante es de 80 viviendas que se distribuyeron de acuerdo a la densidad poblacional de acuerdo con cada una de las parroquias teniendo un porcentaje de representatividad significativo para Atuntaqui y Andrade Marín el 53,75%, Chaltura el 8,75%, Imbaya el 2,5%, Natabuela el 12,5% y San Roque el 22,5%.

#### 4.3.7. Metodología para la caracterización de residuos sólidos

El método de cuarteo propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), (2012), fue aplicado en la clasificación de subproductos de cada parroquia se dividió el montón en cuatro partes de referencia iguales (método de cuarteo) y se escogió las dos partes opuestas (lados sombreados de la Figura 5) para formar un nuevo montón más pequeño. Se volvió a mezclar la muestra menor y dividirla en cuatro partes nuevamente, luego se escogieron dos opuestas y se formó otra muestra más pequeña. Esta operación se repitió hasta obtener una muestra mínima de 50 kg de residuos o menos.

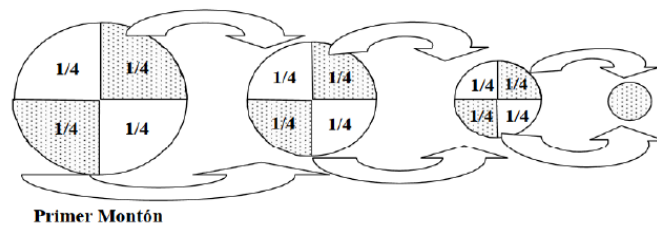


Figura 5. Método de cuarteo Fuente: Organización Panamericana de la Salud (2012)

#### 4.3.8. Análisis de datos levantados en campo

El análisis de datos se realizó mediante lo que plantea CEPIS-OPS (2012), es el siguiente procedimiento:

- La clasificación de residuos se realizó en la muestra final donde los componentes se identificaron de acuerdo con la clasificación del método de cuarteo
- Se preparó un recipiente de 20 litros para depositar el material de manera estándar, a fin de definir el volumen que ocupará el residuo, así mismo se pesó en la balanza mecánica
- El procedimiento se llevó a cabo durante el tiempo que duró el muestreo de los residuos, en los ocho días que duró el muestreo se eliminó la muestra del primer día porque la experiencia ha demostrado que los residuos del primer día no resultan representativos, ya sea porque se entrega demasiada cantidad de residuos o muy poca, y esto puede distorsionar los promedios
- En el cálculo del promedio simple para determinar el porcentaje de cada componente se sumó los porcentajes de todos los días y se dividió entre los siete días de la semana

#### 4.4. Identificación del terreno óptimo

Para solucionar el objetivo número dos se analizó la viabilidad del proyecto dentro de los parámetros básicos que propone la Comisión Económica para América Latina y el Caribe para determinar el terreno óptimo para la instalación del relleno sanitario (CEPAL, 2016). Los factores técnicos, económicos, ambientales y sociales son determinantes para la implementación del relleno, son instrumentos referentes puesto que pueden condicionar su correcta operatividad.

##### 4.4.1. Factores económicos, técnicos y constructivos

- Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos
- Volumen útil o capacidad del vertido
- Sistema de accesos del posible emplazamiento
- Disponibilidad de material de cobertura y sellado
- Existencia de infraestructuras, agua, electricidad, teléfono
- Morfología
- Características geotécnicas del sustrato
- Costo del terreno
- Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales

##### 4.4.2. Factores Ambientales

Los factores ambientales están relacionados con las posibles alteraciones e impactos que el vertedero puede generar sobre diferentes aspectos del medio, el presente estudio se consideró los siguientes:

- Distancia a núcleos habitados
- Aguas superficiales
- Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración
- Suelos, tipos, usos
- Vegetación
- Fauna
- Riesgos geológicos: erosión de suelo
- Calidad del paisaje
- Incidencia visual
- Espacios naturales o de interés cultural y/o científico

#### 4.4.3. Factores políticos, legales y sociales

Para determinar los siguientes factores se recopiló la información con la que cuenta el GAD Municipal a través del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020, la cual fue analizada y evaluada para obtener información necesaria para valorar los siguientes ítems:

- Molestias a los vecinos por tráfico, polvos, ruidos, etc.
- Oposición de la comunidad cercana al relleno por peligros reales o percibidos o síndrome “no en mi patio trasero” (con sus siglas en NIMBY —*not in my backyard*—)
- Existencia de un plano regulador de la ciudad que limite el uso del suelo
- Existencia de grupos y partidos políticos y conservacionistas que se oponen con razón o sin ella

#### 4.4.4. Elaboración de cartografía para evaluar los parámetros de la CEPAL

A través del programa ArcGis versión 10,7 con la cartografía de libre acceso que posee el Sistema Nacional de Información se realizaron los diferentes mapas en el Laboratorio de sistemas de la PUCESI se evaluó cada una de las variables con el fin de establecer la propuesta para el nuevo relleno sanitario en el cantón Antonio Ante.

#### 4.4.5. Criterios para la calificación de alternativas para la selección del sitio

El criterio que se aplicó en la determinación de alternativas en terrenos óptimos para la propuesta del relleno sanitario del cantón Antonio Ante se fundamentó en el TULSMA, libro VI, Anexo 6, específicamente en la sección 4,12. “Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado” (Ministerio del Ambiente, 2015).

Tabla 2.

*Criterios para las variables consideradas por el Ministerio del Ambiente.*

Variable	Criterio
Aeropuerto	Distancia no menor a 13 km
Cuerpo de agua	Distancia mayor a 200 m
Vías	Distancia menor a 500 m
Zona urbana	Distancia mayor a 500 m
Permeabilidad del suelo	Impermeables
Pendiente	Menor igual al 15%
Uso de suelo	Zona rural
Poblados	Distancia mayor a 500 m

Fuente: MAE (2015)

#### 4.4.6. Ponderación para la identificación del terreno óptimo

La ponderación y calificación de aspectos se realizó empleando la escala que propone la CEPAL (2016), en un rango del número 1 al 10, siendo el número que más se aproxime al número 1 corresponde al menos importante, dando una menor importancia a factores como la ubicación geográfica que determina la distancia de recorrido de los vehículos recolectores hasta el sitio de disposición final, los costos legales para la adquisición o expropiar el predio donde se ubicara el área del relleno sanitario, mientras que el número que se aproxime al número 10 es el más importante teniendo una mayor relevancia a los factores ambientales como el tipo de suelo, riesgos geológicos y sociales como la

oposición a la comunidad y la existencia de un plano regulador, siendo los ítems más relevantes para la correcta operatividad del relleno sanitario.

Para la identificación potencial del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante, mediante el análisis de la normativa ambiental vigente en el Ecuador para la construcción de rellenos sanitarios y demás especificaciones técnicas.

#### 4.4.7. Calificación para identificar el terreno óptimo

La calificación de los sitios se realizó de acuerdo con la normativa ambiental vigente nacional para la construcción de rellenos sanitarios, la calificación se realizó en un rango del número 1 al número 3.

A continuación, se presenta el puntaje de calificación de alternativas para los factores económicos, técnicos y constructivos según (Gutiérrez et al., 2012):

- Peor Valor (1) cuando ocurre lo contrario, es decir que se encuentra fuera de los valores límite o de referencia
- Valor Medio (2) cuando se encuentra entre los límites menor mayor, la valoración se realiza respecto al mejor valor
- Mejor Valor (3) cuando cumple o sobrepasa valores límite o de referencia

#### 4.5. Puntaje para la selección del terreno óptimo

Es el puntaje máximo que se asigna al sistema de calificación y resulta de la sumatoria de los puntajes máximos de cada parámetro, para lo cual se establece una escala o rango de puntajes que permita la calificación de cada una de las alternativas.

Tabla 3.

*Rango establecido para la selección del sitio.*

Puntaje ponderado total	Calificación
0 - 200	Muy Bueno o Terreno aceptable de primera opción
200 – 300	Bueno o terreno aceptable
300 – 400	Regular o terreno moderadamente aceptable

Fuente: Gutiérrez et al., 2012

#### 4.6. Cálculos y diseño propuesto para el relleno sanitario del cantón Antonio Ante

##### 4.6.1. Determinación de la Producción Per Cápita (PPC) y el total diario de residuos sólidos

Para la determinación de la PPC y el total diario de residuos sólidos se aplicó la siguiente fórmula propuesta por Taboada, Armijo, Aguilar y Ojeda (2009).

$$\text{Producción per cápita diaria} = \frac{\text{Peso total de residuos (Wt)}}{\text{Número total de personas (Nt)}}$$

Donde:

Wt= peso total de residuos

Nt= número total de personas

##### 4.6.2. Fórmula para el cálculo para el porcentaje de cobertura

$$\% \text{ de Cobertura} = \frac{\text{Total de residuos generados}}{\text{Total de residuos que ingresan al relleno sanitario}} * 100$$

##### 4.6.3. Cálculo de volumen necesario para el relleno sanitario

Según Jaramillo (2002), los requerimientos de espacio del relleno sanitario están en función de:

- La producción diaria de residuos sólidos, si se espera tener una cobertura del 100% o, en su defecto de la cantidad de residuos sólidos recolectados.
- La densidad de los residuos sólidos estabilizados en el relleno sanitario.
- La cantidad de material de cobertura entre el (10-15%) del volumen estabilizado de residuos sólidos.

El volumen de residuos se calculó mediante la fórmula propuesta por Taboada, Armijo, Aguilar y Ojeda (2009).

$$V_{\text{residuos}} = PPC * N * 365 * \frac{t}{p}$$

Donde:

V<sub>residuos</sub>= Volumen de residuos

PPC= Producción per cápita

N= Número de habitantes de una localidad

t= Vida útil del relleno (días)

$\rho$ = densidad de los residuos ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

#### 4.6.4. Densidad de residuos sólidos

Se aplicó la siguiente fórmula propuesta por el Ministerio del Ambiente del Perú (2010) para determinar la densidad de residuos:

$$\text{Densidad}\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = \frac{\text{Peso del residuo } W(\text{kg})}{\text{Volumen del residuo } V(\text{m}^3)}$$

#### 4.6.5. Cálculo de volumen de celda diaria

El cálculo del volumen de celda diaria se realizó aplicando la fórmula de Viteri (2015).

$$V_c = \left(\frac{Gt}{D}\right) * M_c$$

$V_c$ = Volumen de la celda diaria en  $\text{m}^3$

$Gt$ = Cantidad promedio de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario en kg

$D$ = Densidad de los residuos sólidos

$M_c$ = Material de cobertura

#### 4.6.6. Cálculo de volumen total ocupado

El cálculo del volumen total ocupado se realizó aplicando la fórmula de Viteri (2015).

$$V_t = V_p + V_c$$

$$M_C = (20\% \text{ a } 25\%)V_t$$

$$25\%V_t = V_1$$

25%  $V_t$ = Volumen total ocupado

$V_1$ = Volumen total en área

$V_p$ = Volumen total de plataforma

$V_c$ = Volumen total de zanja

#### 4.6.7. Cálculo del largo de la celda

Se calculó en función de la altura y el ancho previamente determinados, y la configuración trapezoidal de la celda diaria, mediante la fórmula de Collazos (2008).

$$L = \frac{V}{A_c * A_t}$$

Donde:

L= Largo de la celda en metros

V= Volumen de la celda, en m<sup>3</sup>

A<sub>c</sub>= Ancho de la celda, en metros

A<sub>t</sub> = Altura de la celda, en metros

#### 4.6.8. Cálculo para el área requerida

Para calcular el área requerida necesaria para establecer el relleno sanitario, de manera preliminar el espacio suficiente para instalar la obra de ingeniería, Collazos (2008), propone los datos básicos para el cálculo que son: población servida, producción per cápita de residuos, densidad de los residuos sólidos estabilizados y una estimación de la altura a alcanzar.

$$A_{rs} = \frac{365,25 * V_U * PPC * g^{V_U-1} * p * (1 + r)^{V_U-1} * Cob * mc}{D_{rse} * H_{RS}}$$

Donde:

A<sub>rs</sub>: Área requerida para el relleno sanitario (m<sup>2</sup>)

PPC: Producción Per Cápita (kg/hab/día)

g: Tasa de crecimiento de generación de residuos sólidos (%)

p: Población (hab)

r: Tasa de crecimiento poblacional (%)

Cob: Cobertura de recolección (%)

mc: Material de cobertura y de taludes (aproximadamente 1 a 2)

V<sub>U</sub>: Vida útil del relleno sanitario (años)

Drse: Densidad de los residuos sólidos estabilizados (kg/m<sup>3</sup>)

H<sub>RS</sub>: Altura del relleno sanitario (m)

365,25: Factor de conversión de años a días

#### 4.6.9. Cálculo de vida útil del Relleno Sanitario

Se llama vida útil de un relleno sanitario al tiempo en años que se utilizará el sitio seleccionado para la disposición final de los residuos sólidos de un municipio. La vida útil del sitio depende de muchas variables tales como: el volumen disponible del mismo, la cantidad de residuos sólidos a disponer y el método de operación.

Se aplicó la fórmula de Loaiza y Silva (2006), para el cálculo de la vida útil del relleno sanitario.

$$n = \frac{A_t}{F * A_z}$$

Donde:

n= Número de zanjas

A<sub>t</sub>= Área del terreno (m<sup>2</sup>)

F= Factor para áreas adicionales de 1.2 a 1.3

A<sub>c</sub> = Área de la celda (m<sup>2</sup>)

#### 4.6.10. Cálculo de vida útil en años de servicio

La vida útil del relleno sanitario está dada por la siguiente fórmula propuesta por Loaiza y Silva (2006):

$$Vu = \frac{t_z * n}{365}$$

Donde:

V<sub>u</sub>= Vida útil del terreno (años)

t<sub>z</sub>= Tiempo de servicio de celda (días)

n= Población

#### 4.7.Método suizo

De acuerdo con Gutiérrez et al., 2012, propone el método suizo que permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado o líquido percolado mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{1}{t} P * A * k$$

Donde:

Q= Caudal medio de lixiviado (m<sup>3</sup>/día)

P= Precipitación media anual (mm/año)

A= Área superficial del relleno (m<sup>2</sup>)

t= Número de segundos en un año (31 536 000 seg/año)

K= Coeficiente que depende del grado de compactación de los residuos sólidos, cuyos valores recomendados son los siguientes:

Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7 t/m<sup>3</sup>, se estima una producción de lixiviado entre 25 y 50% (K= 0,25 a 0,50) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0,7 t/m<sup>3</sup>, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25% (K= 0,15 a 0,25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

## CAPITULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5. Extrapolación de la población del cantón Antonio Ante al año 2020

Para conocer la población del cantón Antonio Ante en el año actual se realizó de la siguiente manera:

$$Pf = 43\ 518 * (1 + 0,0256)^{10}$$

$$Pf = 56\ 033\ hab$$

#### 5.1.Cálculo de viviendas en el año 2020

Según el INEC (2010), en el cantón Antonio Ante existe un promedio de 5 habitantes por cada vivienda.

$$Vt = \frac{56\ 033}{5}$$

$$Vt = 11\ 206\ viviendas$$

#### 5.2.Cálculo de la muestra en el cantón Antonio Ante

$$n = \frac{3,8416 * 11\ 206 * 0,0625}{(11\ 206) * 0,0033 + 3,8416 * 0,0625} = \frac{2\ 690,56}{37,21} = 72,30\ viviendas$$

Calculado el tamaño de la muestra el CEPIS recomienda sumar del 5 al 10% del valor obtenido.

$$n = 80\ muestras$$

Considerando la organización administrativa del cantón Antonio Ante, en parroquias urbana y rurales se utilizó el muestreo por el número de viviendas para conocer la generación de residuos sólidos por parroquia.

Las muestras fueron proporcionales de acuerdo con la división Político-Administrativa del cantón Antonio Ante, proyectando el número de habitantes hasta el año 2020 en cada una de las parroquias urbanas y rurales del cantón donde se aplicó un muestreo global y sistemático.

Tabla 4.

*Número de habitantes proyectados al 2020 por parroquias.*

Parroquias del Cantón Antonio Ante	Población proyectada al año 2020	Según el INEC 5 habitantes por vivienda	Número de viviendas proyectadas al año 2020
Atuntaqui y Andrade Marín	29 999	29 999/5	5 999
Imbaya	1 647	1 647/5	329
Natabuela	7 276	7 276/5	1 455
Chaltura	4 052	4 052/5	810
San Roque	13 059	13 059/5	2 612

Fuente: PDOT, 2011 Elaborado por: El Autor

A continuación, en la tabla 4 se determina el número de muestra que corresponde a cada parroquia para realizar el muestreo global.

Tabla 5.

*Número de viviendas y porcentaje de representatividad de la muestra.*

Parroquias urbanas y rurales	Número de viviendas proyectadas año 2020	Porcentaje de viviendas proyectadas al año 2020	Muestra redondeada
Atuntaqui-Andrade Marín	5 999	53,54	43
Chaltura	810	7,22	7
Imbaya	330	2,94	2

Continúa tabla 5

Natabuela	1 455	12,98	10
San Roque	2 612	23,30	18
Total	11 206	100	80

---

Fuente: PDOT, 2011 Elaborado por: El Autor

Nota: 80 viviendas

La población de cada parroquia se obtuvo del último censo realizado por el INEC (2010), realizando una extrapolación de los habitantes al año 2020, tomando en cuenta la tasa de crecimiento del cantón es 2,56%, el promedio es de 5 ha que habitan en cada vivienda en el cantón Antonio Ante, así tenemos el número de viviendas proyectadas, el número total de muestras es 80 para el cantón Antonio Ante según la fórmula estadística que propone el Dr. Kunitoshi Sakurai. El muestreo se realizó en cada parroquia para conocer la producción per cápita, la generación total de residuos, que corresponden de la siguiente manera: 43 muestras para la ciudad de Atuntaqui y Andrade Marín, 7 para la parroquia de Chaltura, 2 para la parroquia de Imbaya, 10 para la parroquia de Natabuela y 18 para la parroquia de San Roque.

### 5.3.Recolección de datos

- Las viviendas fueron seleccionadas aleatoriamente través del mapa de catastro urbano del cantón Antonio Ante
- Previamente se consultó a los jefes de hogar que no se encuentren en casos sospechosos de COVID-19, y/o en aislamiento a través de la entrevista con el jefe de hogar
- Se envió las comunicaciones oficiales a los jefes de hogar que fueron 80 invitaciones, para la participación del estudio
- Se entregaron 5 120 fundas plásticas para la recolección de las muestras, de las dimensiones 58cm x 71cm
- La caracterización de residuos sólidos urbanos se realizó en el mes de agosto del año 2020
- Las muestras fueron retiradas por cada domicilio en un vehiculó tipo camioneta se procuró el retiro de las muestras en un mismo horario
- El número total de muestras durante los ocho días fueron 5 120 que fueron llevadas al coliseo de San Francisco de Natabuela para su respectivo pesaje y clasificación de subproductos
- Diariamente se identificó las muestras y se dividió para el número de habitantes por cada vivienda para conocer la PPC
- A través del cuarteo se evidenció el peso por cada subproducto y la densidad que ocupa en el recipiente
- Una vez levantada la información se procedió Excel a tabular los datos en el programa para realizar el análisis correspondiente por cada parroquia en base al porcentaje de cada subproducto
- Se calculó la población final para el año 2035 por cada parroquia, tomando en cuenta el porcentaje de cobertura para el cantón Antonio Ante, además de la densidad estabilizada para el diseño del relleno sanitario

#### 5.4. Diagnóstico de mercados del cantón Antonio Ante

##### 5.4.1. Mercado Central de Atuntaqui

Aplicando el método directo, se realizaron visitas de campo al Mercado Central de Atuntaqui donde se verificó que no existe clasificación diferenciada por parte de los comerciantes y/o usuarios, además el mercado no cuenta con los recipientes adecuados para realizar la separación en la fuente de residuos, al momento el Mercado Central cuenta con rótulos de identificación para la separación, pero no obstante no existe dicho cumplimiento, además el personal que realiza el barrido de calles en el centro de la ciudad se dirigen hacia el mercado donde se encuentran ubicados los recipientes para realizar la disposición temporal de residuos. Actualmente existen 8 contenedores de metal como se puede observar en el anexo 6 además de esto; en el Mercado Central de Atuntaqui, los fines de semana se realiza una feria de comerciantes en el área circundante al mercado donde se puede observar los recipientes azules para la disposición temporal de residuos, cuyo número es de alrededor de 18 que son de capacidad de 200 litros. También es importante mencionar que los habitantes que se encuentran cerca del Mercado Central de Atuntaqui realizan la disposición temporal de residuos que se generan en los domicilios sin la clasificación correspondiente.

#### 5.4.2. Mercado de Andrade Marín

El mercado ubicado en Andrade Marín posee 6 recipientes de capacidad de 200 litros que se encuentran en un área predestinada para que los usuarios depositen de manera temporal los residuos. Se pudo evidenciar que los usuarios y comerciantes del mercado no realizan la separación en la fuente y tampoco existen rótulos de clasificación de residuos como se puede observar en el anexo 6, el responsable del barrido de calles de la ruta de Andrade Marín se encarga de llegar al mercado para dejar el recipiente y en lo posterior ser llevado por el vehículo recolector municipal.

Tabla 6.

*Número de recipientes dispuestos en los mercados del cantón Antonio Ante.*

Mercados	Nº	Detalle	Capacidad	Ubicación
Central de	15	Recipientes de color azul	200 litros	Sitios estratégicos en los sectores del mercado central
Atuntaqui	8	Contenedores 4 verdes y 4 negros	1 100 litros	Área de Almacenamiento temporal en el canchón papas del mercado central
Andrade Marín	8	Recipientes de color azul	200 litros	Sectores estratégicos en el mercado central

Fuente: SERMA-EP Elaborado por: El Autor

#### 5.4.3. Número de comerciantes

En el Mercado Central de Atuntaqui el número de comerciantes es de 400, en promedio de lunes a jueves; y en los viernes, sábado y domingo que se realizan las ferias, el número asciende a 1 300 comerciantes entre ocasionales y permanentes.

En el mercado de Andrade Marín, de lunes a domingo en las mañanas existe un promedio de 15 comerciantes, y los lunes y jueves en la noche que se realizan las ferias asciende a 80 comerciantes.

#### 5.4.4. Estimación de Residuos Sólidos generados en los mercados

La cantidad de residuos generados depende de los días de feria y los valores son aproximados ya que los mercados tienen una zona de influencia que también aumentan la cantidad de residuos.

Tabla 7.

*Generación de residuos sólidos en los mercados de Antonio Ante.*

Días	Mercado Central de Atuntaqui (kg)	Mercado Andrade Marín (kg)
Lunes	2 250	100
Martes	2 280	110
Miércoles	2 417	120
Jueves	2 130	300
Viernes	4 250	120
Sábado	5 123	410
Domingo	5 240	431
Promedio (kg/día)	3 384,29	227,29

Elaborado por: El Autor

#### 5.4.5. Número de viajes de recolección en el mercado central de Atuntaqui

La recolección de los residuos sólidos que se generan en los mercados del cantón Antonio Ante se realiza entre semana el vehículo N°02 que le corresponde la ruta número dos, mientras tanto que el fin de semana existe una ruta específicamente para la recolección de residuos el sábado y domingo en el horario de 13:00 pm a 15:00 pm.

## 5.5. Generación de residuos sólidos en la parroquia rural de Imbaya

Tabla 8.

*Proyección de habitantes y producción per cápita de (RSU) hasta el año 2035 en la parroquia de Imbaya.*

Año	Población	Producción Per Cápita (kg/ha/día)	Total (kg/día)
2020	1 646	0,52	855
2021	1 688	0,52	877
2022	1 731	0,53	917
2023	1 775	0,53	940
2024	1 821	0,54	983
2025	1 867	0,54	1 008
2026	1 915	0,55	1 053
2027	1 964	0,55	1 080
2028	2 014	0,56	1 127
2029	2 066	0,56	1 156
2030	2 119	0,57	1 207
2031	2 173	0,57	1 238
2032	2 229	0,58	1 292
2033	2 286	0,58	1 325
2034	2 344	0,59	1 382
2035	2 404	0,59	1 418

Elaborado por: El Autor

La parroquia rural de Imbaya perteneciente al Cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura, se ubica a 9 km de la cabecera cantonal (Atuntaqui), y su extensión corresponde al 14% en el cantón.

Ubicación geográfica con coordenadas:

X:816900 UTM Y:10040852 UTM Altitud:2 040 msnm

### 5.5.1. Clasificación de residuos sólidos en la parroquia Imbaya

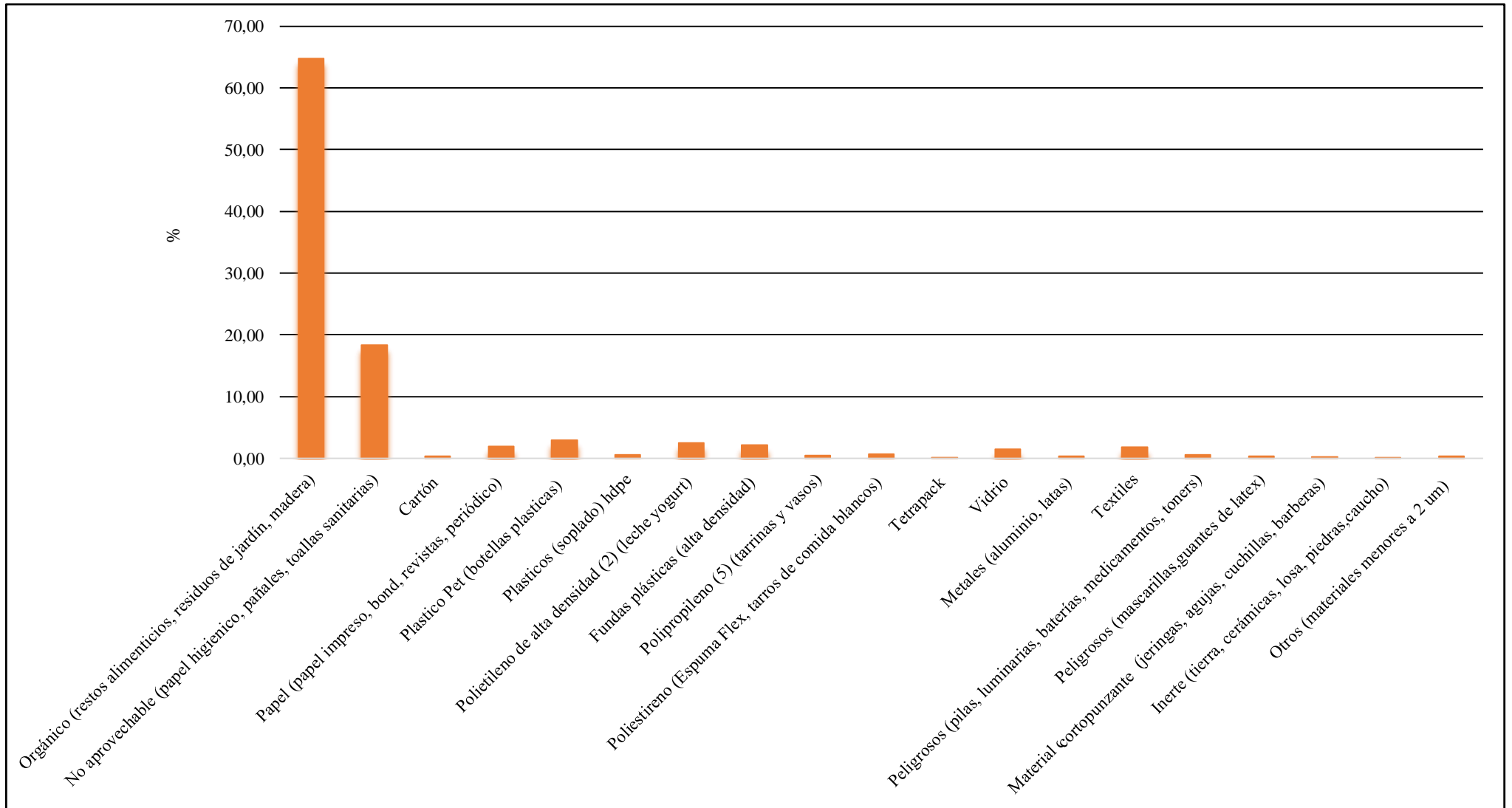


Figura 6. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de Imbaya Elaborado por: El Autor

## 5.6. Generación total de residuos parroquia rural Chaltura

Tabla 9.

*Proyección de habitantes y producción per cápita de (RSU) hasta el año 2035 en la parroquia de Chaltura.*

Año	Población	Producción	Total (kg/día)
		Per Cápita (kg/ha/día)	
2020	4 052	0,48	1 944
2021	4 155	0,48	1 994
2022	4 262	0,49	2 088
2023	4 371	0,49	2 141
2024	4 483	0,50	2 241
2025	4 597	0,50	2 298
2026	4 715	0,51	2 404
2027	4 836	0,51	2 466
2028	4 960	0,52	2 579
2029	5 087	0,52	2 645
2030	5 217	0,53	2 765
2031	5 350	0,53	2 835
2032	5 487	0,54	2 962
2033	5 628	0,54	3 039
2034	5 772	0,55	3 174
2035	5 920	0,55	3 256

Elaborado por: El Autor

La parroquia rural Chaltura, perteneciente al Cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura, se ubica a 3,5 Km de la cabecera cantonal (Atuntaqui) y su extensión corresponde al 21% en el cantón.

Ubicación geográfica con coordenadas:

X:812217 UTM Y:10039152 UTM Altitud:2 220 msnm

### 5.6.1. Clasificación de subproductos de la parroquia Chaltura

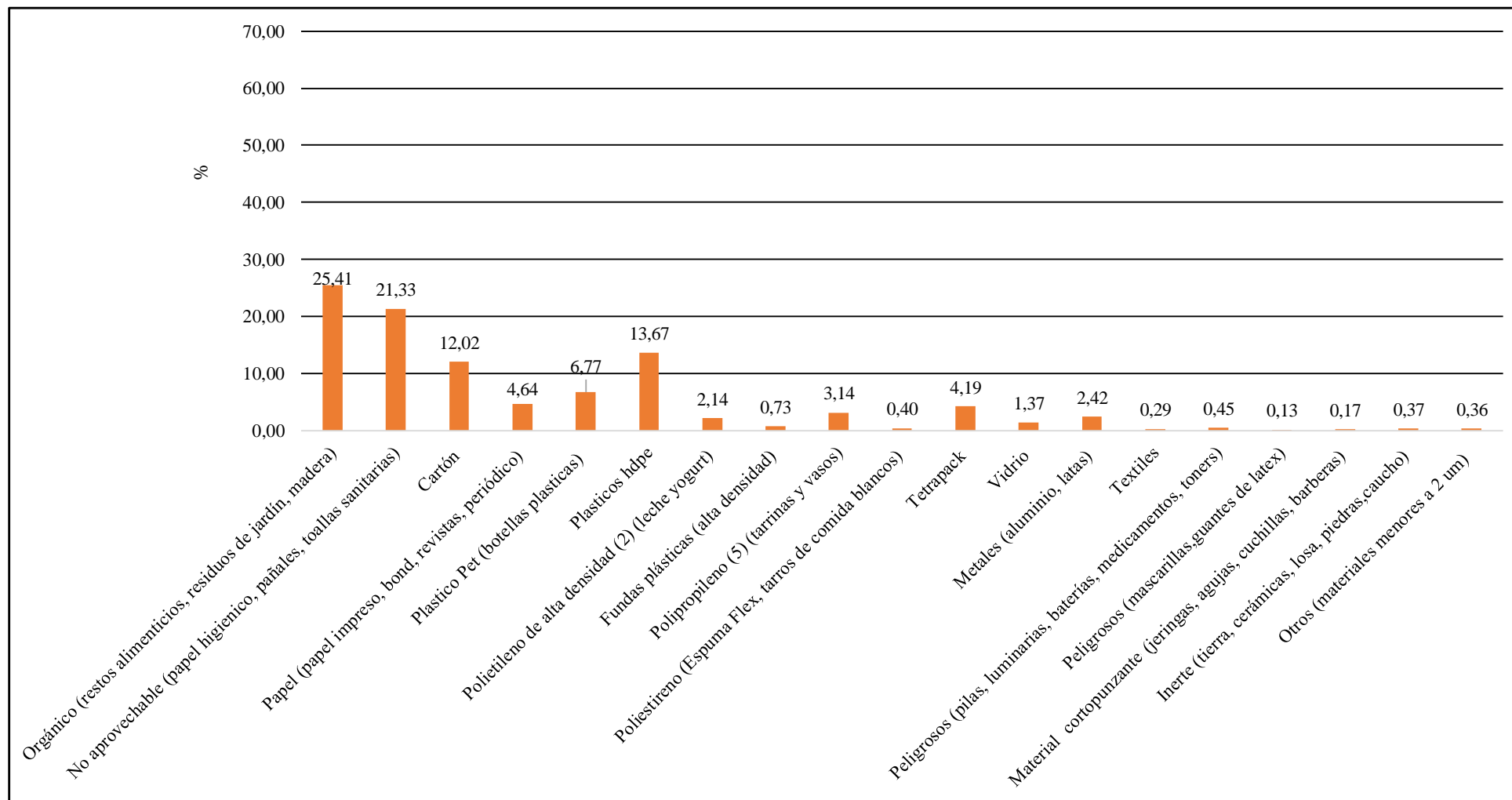


Figura 7. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de Chaltura. Elaborado por: El Autor

## 5.7. Generación de residuos sólidos de la parroquia rural Natabuela

Tabla 10.

*Proyección de habitantes y producción per cápita de (RSU) hasta el año 2035 en la parroquia de Natabuela.*

Año	Población	Producción	Total
		Per Cápita (kg/ha/día)	(kg/día)
2020	7 276	0,49	3 565
2021	7 462	0,49	3 656
2022	7 653	0,50	3 826
2023	7 849	0,50	3 924
2024	8 050	0,51	4 105
2025	8 256	0,51	4 210
2026	8 467	0,52	4 402
2027	8 684	0,52	4 515
2028	8 906	0,53	4 720
2029	9 134	0,53	4 841
2030	9 368	0,54	5 058
2031	9 608	0,54	5 188
2032	9 854	0,55	5 419
2033	10 106	0,55	5 558
2034	10 365	0,56	5 804
2035	10 630	0,56	5 952

Elaborado por: El Autor

La parroquia de Natabuela perteneciente al cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura, se ubica a 2,50 km de la cabecera cantonal (Atuntaqui) y su extensión corresponde al 11% en el cantón.

Ubicación geográfica con coordenadas:

X:812494 UTM Y:10037505 UTM Altitud:2 420 msnm

### 5.7.1. Clasificación de subproductos parroquia de la parroquia Natabuela

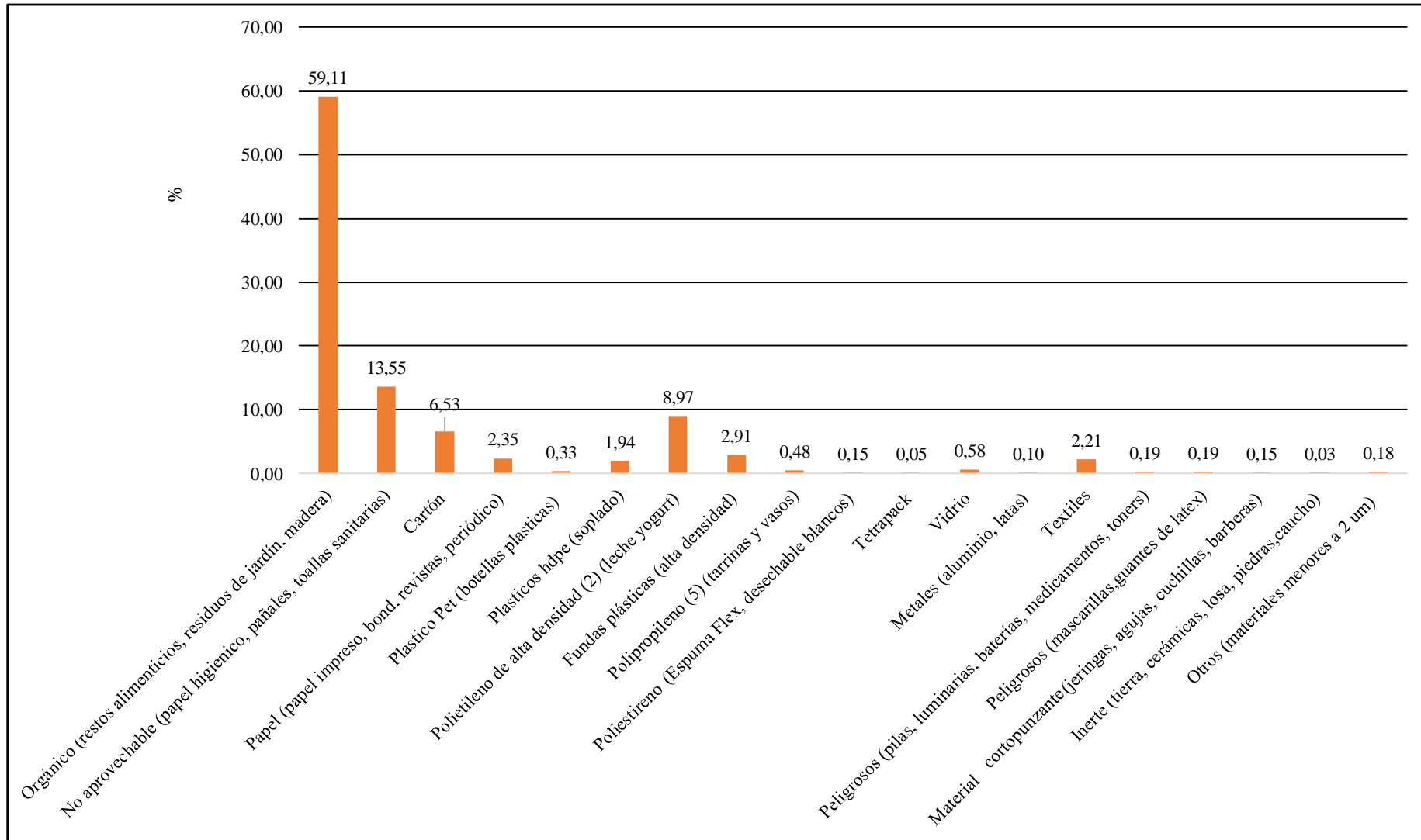


Figura 8. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de Natabuela. Elaborado por: El Autor

5.8. Generación de residuos sólidos de la parroquia de Atuntaqui y Andrade Marín  
Tabla 11.

*Proyección de habitantes y producción per cápita de (RSU) hasta el año 2035 en la parroquia de Atuntaqui y Andrade Marín.*

Año	Población	Producción	Total
		Per Cápita (kg/ha/día)	(kg/día)
2020	29 999	0,60	17 999
2021	30 766	0,60	18 459
2022	31 554	0,61	19 247
2023	32 362	0,61	19 740
2024	33 190	0,62	20 577
2025	34 040	0,62	21 104
2026	34 912	0,63	21 994
2027	35 805	0,63	22 557
2028	36 722	0,64	23 502
2029	37 662	0,64	24 103
2030	38 626	0,65	25 106
2031	39 615	0,65	25 749
2032	40 629	0,66	26 815
2033	41 669	0,66	27 501
2034	42 736	0,67	28 633
2035	43 830	0,67	29 366

Elaborado por: El Autor

La parroquia urbana de Atuntaqui y Andrade Marín son respectivamente la cabecera cantonal, donde se concentra la mayoría de los habitantes del cantón, y su extensión en el territorio es del 28% del total.

Ubicación geográfica con coordenadas:

X:809570 UTM Y:10036763 UTM Altitud:2 218 msnm

5.8.1. Clasificación de subproductos de la parroquia Atuntaqui y Andrade Marín

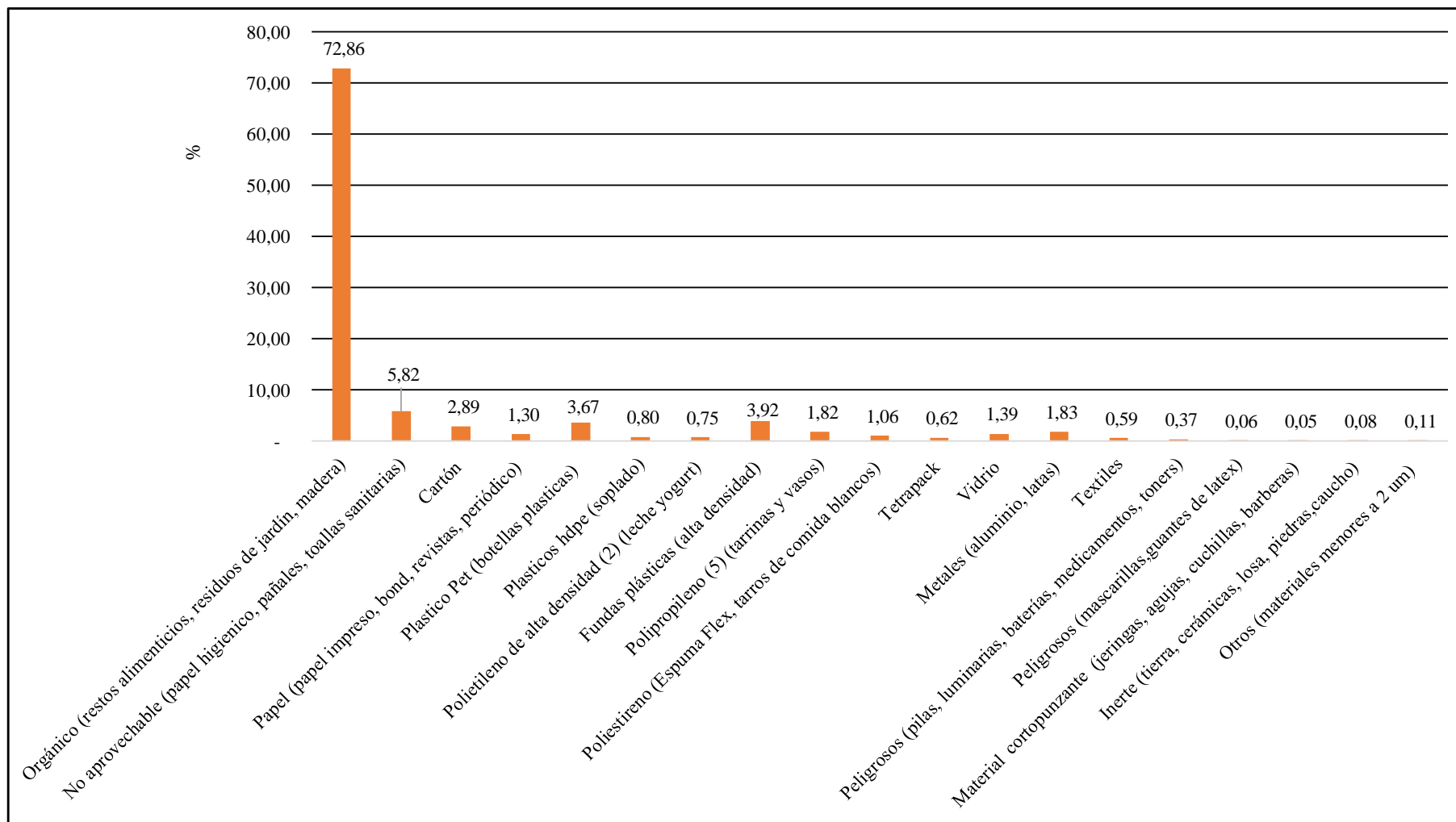


Figura 9. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia Atuntaqui y Andrade Marín. Elaborado por: El Autor

## 5.9. Generación de residuos sólidos de la parroquia San Roque

Tabla 12.

*Proyección de habitantes y producción per cápita de (RSU) hasta el año 2035 en la parroquia San Roque.*

Año	Población	Producción	
		Per Cápita (kg/ha/día)	Total (kg/día)
2020	13 058	0,52	6 790
2021	13 392	0,52	6 963
2022	13 735	0,53	7 279
2023	14 086	0,53	7 465
2024	14 447	0,54	7 801
2025	14 817	0,54	8 001
2026	15 196	0,55	8 357
2027	15 585	0,55	8 571
2028	15 984	0,56	8 951
2029	16 393	0,56	9 180
2030	16 813	0,57	9 583
2031	17 243	0,57	9 828
2032	17 685	0,58	10 257
2033	18 138	0,58	10 520
2034	18 602	0,59	10 975
2035	19 078	0,59	11 256

Elaborado por: El Autor

La parroquia rural de San Roque perteneciente al Cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura, se ubica a 4 km de la capital Cantonal (Atuntaqui) y su extensión corresponde al 24% del territorio en el cantón.

Ubicación geográfica con coordenadas:

X:807850 UTM Y:10033365 UTM Altitud:2 450 msnm

### 5.9.1. Clasificación de subproductos de la parroquia San Roque

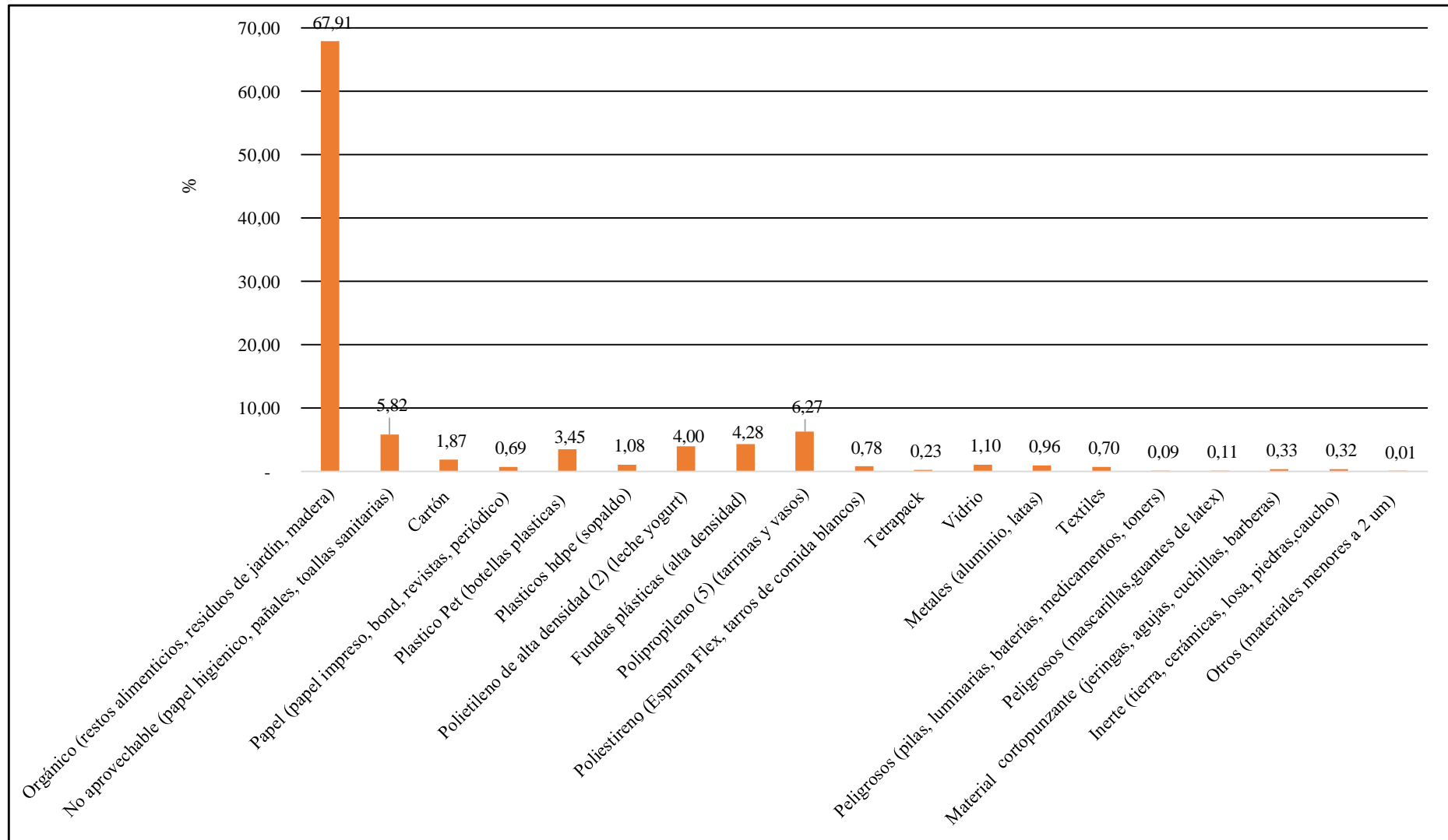


Figura 10. Porcentaje de residuos sólidos en la parroquia de San Roque. Elaborado por: El Autor

#### 5.10. Rutas de barrido del cantón Antonio Ante

La ciudad de Atuntaqui y Andrade Marín cuenta con 12 rutas de barrido que cubren alrededor de 44,22 km en promedio, por las diferentes calles del centro de la ciudad de Atuntaqui y Andrade Marín, en el horario desde las 6:00 am hasta las 14:00 pm de lunes a viernes.

Las áreas recreativas que cubren son exclusivamente lugares concurridos que se detallan a continuación:

Tabla 13.

*Rutas de barrido exclusivas en espacios públicos.*

Espacios Públicos	Horario	Número de trabajadores
Plaza Libertad	08:00 am a 10:00 am	1
Parque Central	08:00 am a 10:00 am	1
Parque Andrade Marín	08:00 am a 10:00 am	1
Parque la Familia	08:00 am a 10:00 am	1
Parque San Roque	08:00 am a 10:00 am	1
Parque Chaltura	08:00 am a 10:00 am	1
Parque Natabuela	08:00 am a 10:00 am	1
Parque San Luis	08:00 am a 10:00 am	1
Parque Santo Domingo	08:00 am a 10:00 am	1

Fuente: GADM-AA

Los espacios públicos de acuerdo con la Unidad de Gestión Ambiental se realizan de exclusividad trabajadores municipales que cubren áreas verdes del cantón en un horario establecido y los días de lunes a viernes.

### 5.11. Rutas de recolección

El cantón Antonio Ante cuenta con nueve rutas de recolección de residuos sólidos, de las cuales seis rutas realizan la recolección de orgánicos e inorgánicos y tres rutas son exclusivamente para la recolección de residuos inorgánicos.

Las seis rutas que realizan la recolección de orgánicos e inorgánicos recolectan la fracción orgánica con una frecuencia de tres días a la semana (lunes, miércoles y viernes) y la fracción inorgánica con una frecuencia de dos días (martes y jueves).

Tabla 14.

*Rutas de recolección de residuos sólidos del cantón Antonio Ante.*

N°	Rutas	Rutas de recolección
1	Ruta – 01	Zona urbana
2	Ruta – 02	Zona urbana y periferias
3	Ruta – 03	Andrade Marín - Los Óvalos
4	Ruta – 04	San Roque - Santo Domingo
5	Ruta – 05	Chaltura y Natabuela
6	Ruta – 06	Periferias Atuntaqui, Natabuela y Chaltura
7	Ruta – 07	Periferias San Roque y Comunidades parte alta
8	Ruta – 08	Imbaya
9	Ruta – 09	Micro rutas varios sitios

Fuente: GADM-AA

Las rutas existentes del servicio de recolección tienen dos horarios, 7 rutas de recolección cumplen el horario de 7:00 am a 15:00 pm que corresponde Andrade Marín, Chaltura Natabuela, Imbaya, San Roque, periferias de San Roque y comunidades de las partes altas, periferias de Atuntaqui, Chaltura y Natabuela y micro rutas en varios sitios y 2 rutas en un horario de 14:00 pm a 22:00 pm para la parroquia Atuntaqui (zona urbana y periferias).

5.12. Ordenanza de cobro en la recolección de residuos sólidos del cantón Antonio Ante.

La base dispuesta y tarifa para los residuos comunes, la tarifa se calculará en función de los siguientes rangos de Kilovatios Hora (KWH) de energía eléctrica consumidos durante el mes con base en el catastro de la empresa Eléctrica Regional Norte (EMELNORTE), de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 15.

*Tasa por el servicio de recolección de basura y desechos sólidos en el cantón Antonio Ante.*

Rango de consumo en KWH	Valor de la tarifa USD
<=50	1,00
>50 y <=100	1,66
>100 y <=200	2,64
>200 y <=400	4,37
>400 y <=800	8,86
>800 y <=1 600	18,69
>1 600 y <=3 200	35,72
>3 200 y <=6 400	65,91
>6 400 y <=12 800	108,63
>12 800	407,90

Fuente: GADMAA

Para los desechos sanitarios que no se cobrarán a través de Emelnorte, cuando la gestión y cobro la realice el GADM-AA se calculará el valor en función de la generación. La tarifa o fracción determinada es de 0,95 USD por cada kilogramo o fracción de desecho generado. Por lo cual cumplirá el siguiente procedimiento:

- a. Registro oficial de pesaje. (Jefatura de Gestión Ambiental)
- b. Oficio de solicitud de título de crédito de desechos sanitarios (Jefatura de Gestión Ambiental)
- c. Emisión del título de crédito (Jefatura de Rentas)
- d. Pago en ventanilla (Tesorería y Recaudación)
- e. Emisión de comprobante de pago (Tesorería y Recaudación)
- f. Registro de pago y archivo (Jefatura de Gestión Ambiental)

En caso de no pago, se aplicará la ley y procedimiento aplicables correspondiente.

El valor de la tarifa deberá ser revisado cada dos años en función de los costos que demanda la provisión del servicio. Para el cálculo se determinará a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Tarifa de desechos sanitarios} = \text{Cantidad generada al mes (Kg)} \times \text{Costo por cada kilogramo (USD)}$$

En el caso de que la gestión de los desechos sanitarios lo realice un gestor calificado que no sea el GADM-AA, el costo será determinado por el gestor y el generador, el Municipio suscribirá un convenio con el gestor calificado para la prestación del servicio en la jurisdicción cantonal.

5.13. Análisis de resultado en porcentaje de las encuestas realizadas en el cantón Antonio Ante

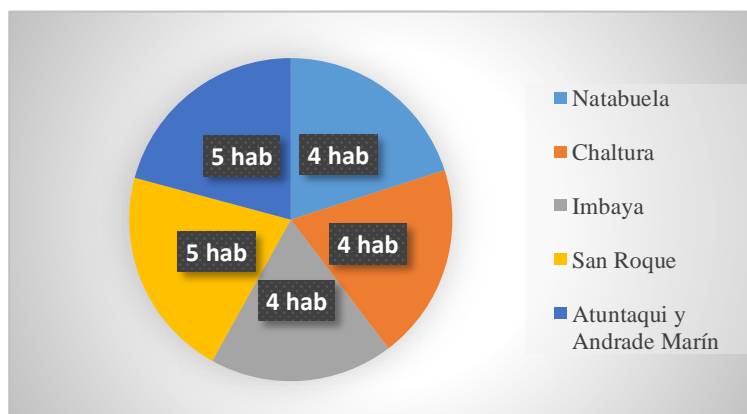


Figura 11. ¿Número en promedio de personas que habitan el domicilio en el Cantón Antonio Ante? A través del análisis de encuestas, se realizó la siguiente pregunta: de cuántas personas está conformada su domicilio, dando como resultado que en las parroquias de Atuntaqui, Andrade Marín de Lourdes y San Roque es de 5 habitantes por hogar mientras tanto que en las parroquias rurales de Imbaya, Chaltura y Natabuela es de 4 habitantes por vivienda.

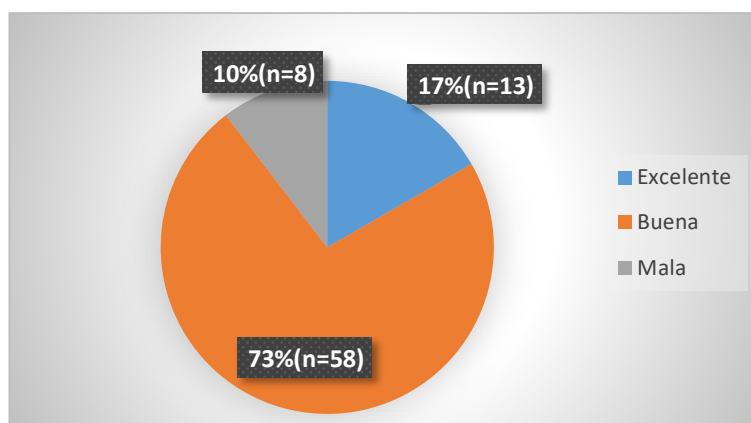


Figura 12. ¿Cómo califica la gestión que ha realizado el municipio de Antonio Ante respecto al manejo integral de residuos sólidos?

El análisis general de los encuestados para esta pregunta fue con el 73% que califica como buena, que están conformes con la gestión de los residuos, el 17% muestra un excelente manejo por días de recolección, mientras tanto que el 10% califica como mala en varios aspectos.

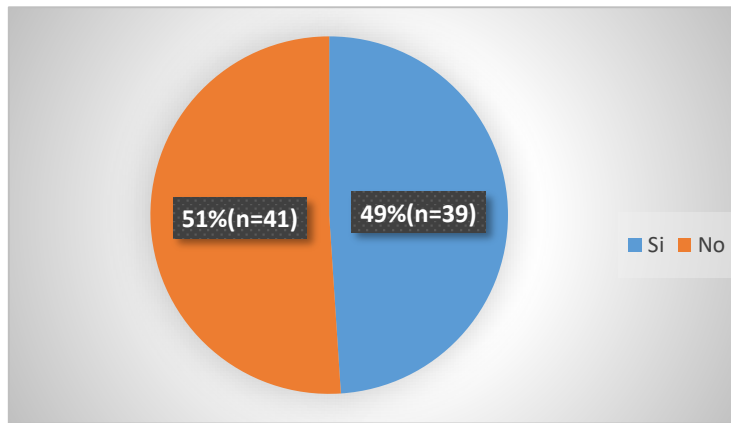


Figura 13. ¿Dispone de los recipientes adecuados para la recolección diferenciada de los residuos sólidos en su domicilio?

El 51% de los encuestados no cuentan con los recipientes para la recolección diferenciada de los residuos sólidos, mientras tanto que el 49% de los encuestados cuenta con los recipientes adecuados para realizar la separación en la fuente.

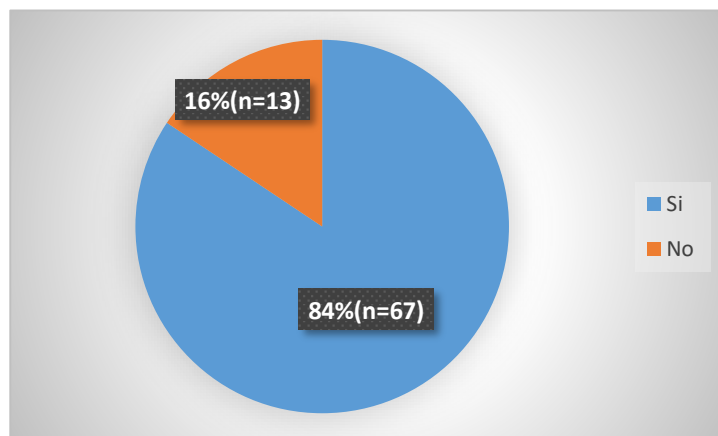


Figura 14. ¿Clasifica usted los residuos sólidos conforme a la ordenanza de Calidad Ambiental municipal del cantón Antonio Ante?

El cantón Antonio Ante cuenta con un avance importante en base a la clasificación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos el 84% de los encuestados realiza adecuadamente la separación en la fuente, mientras tanto que el 16% no realiza la separación conforme a los que establece la ordenanza de calidad ambiental del cantón.

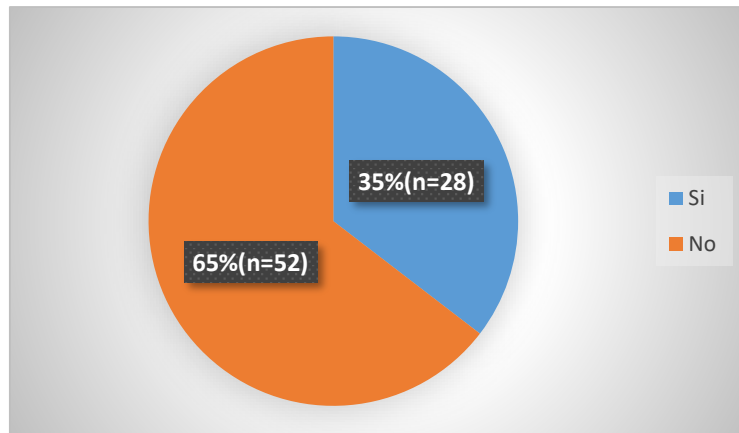


Figura 15. ¿Realiza usted un aprovechamiento de residuos orgánicos y reciclables en su domicilio?

El 65% de los encuestados manifestaron que no realiza ningún tipo de aprovechamiento y/o reciclaje, la eliminación de residuos se realiza a través de la entrega al vehículo recolector, mientras tanto que el 35% de los encuestados realiza un adecuado aprovechamiento de residuos con la transformación de residuos orgánicos en compost, también el reciclaje a partir de recicladores de base y/o ocasionales que recorren el cantón, que en el siguiente grafico vamos a detallar:

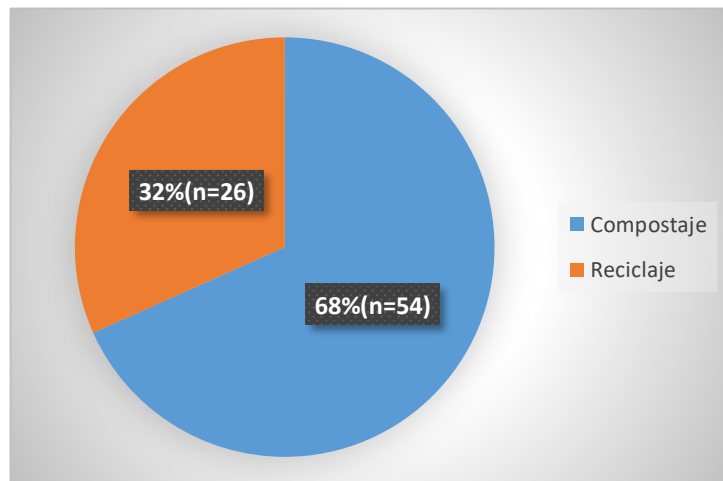


Figura 16. ¿Qué tipo de aprovechamiento realiza en su domicilio?

El residuo orgánico es el más aprovechado con el 68% por los encuestados que realizan un aprovechamiento para la transformación del orgánico en compostaje, y alimentar a animales menores, mientras tanto que el 32% realizan reciclaje adecuado entregando a recicladores que se encuentran en el cantón Antonio Ante, para brindar un sustento económico para ellos.

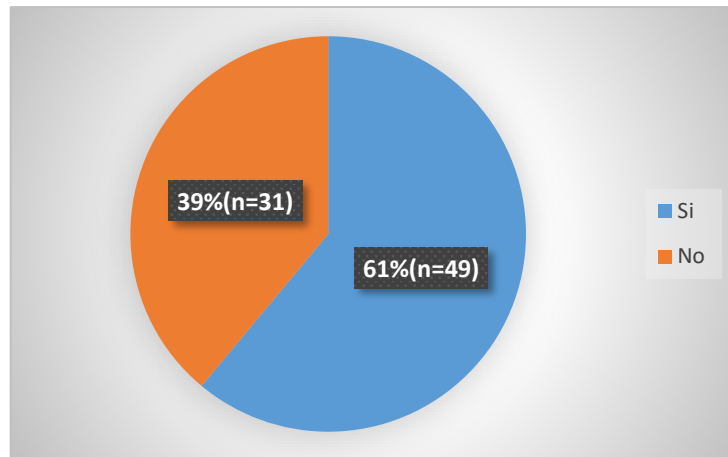


Figura 17. ¿Conoce usted sobre la terminación de la vida útil del actual relleno sanitario del Cantón Antonio Ante ubicado en el sector de Patabarán?

El 61% de los encuestados contestaron que si conocen sobre la terminación de vida útil de actual relleno sanitario de Patabarán que significa la población considerable que se encuentra en la cabecera cantonal, mientras tanto que el 39% indicó que desconoce sobre la terminación de vida útil.

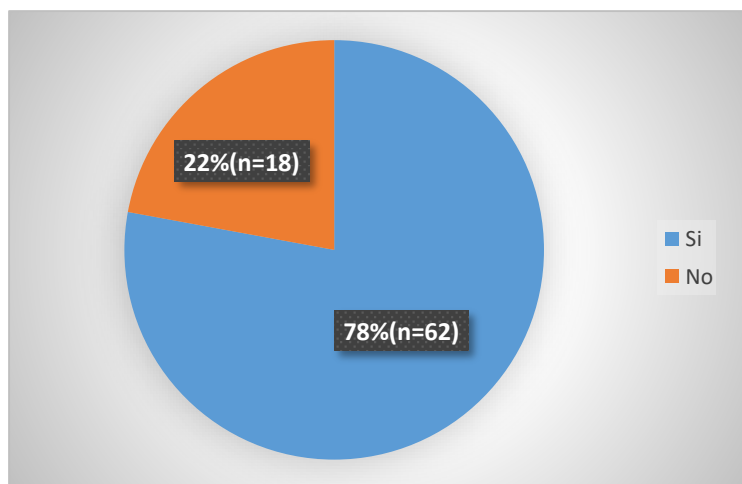


Figura 18. ¿Estaría usted de acuerdo con la implementación del nuevo relleno sanitario en el cantón Antonio Ante?

El 78% de los encuestados manifestó que se encuentra de acuerdo con la implementación de un nuevo relleno sanitario para el cantón Antonio Ante, mientras tanto que el 22% objetaron que no estarían de acuerdo con la implementación de un espacio donde se instale el relleno sanitario para el cantón.

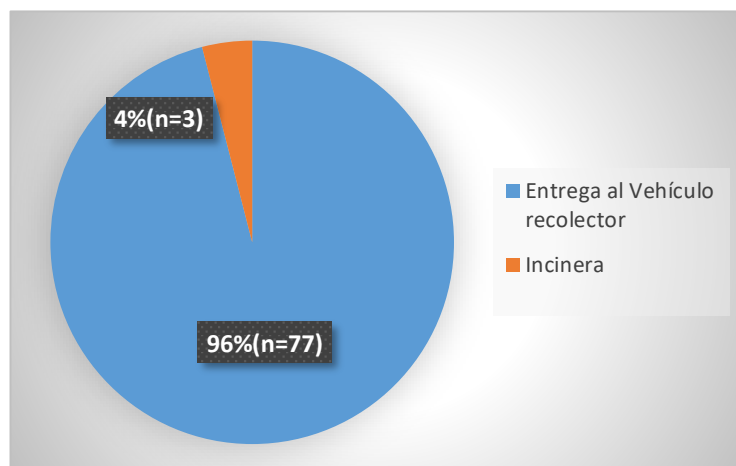


Figura 19. ¿Cómo elimina los residuos sólidos en su domicilio?

Finalmente, para terminar la encuesta, el 96% de los encuestados realiza la entrega de los residuos sólidos al vehículo recolector en los horarios establecidos, mientras tanto que el 4% incinera los residuos inorgánicos.

5.14. Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos  
 Los centros poblados en el cantón Antonio Ante se encuentran distribuidas por las parroquias rurales que son cuatro, Imbaya, Chaltura, Natabuela, San Roque, y una parroquia urbana que corresponde a Atuntaqui y Andrade Marín respectivamente.

Tabla 16.

*Distancia en km de recogida de residuos sólidos a núcleos de recogida.*

Parroquias	Alternativas	Distancia (km)
	Alternativa 1 (Chaltura)	7 km
Imbaya	Alternativa 2 (San José)	16 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	12 km
	Alternativa 1 (Chaltura)	3 km
Chaltura	Alternativa 2 (San José)	8 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	5 km
	Alternativa 1 (Chaltura)	6 km
Natabuela	Alternativa 2 (San José)	5 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	8 km
	Alternativa 1 (Chaltura)	4 km
Atuntaqui y Andrade Marín	Alternativa 2 (San José)	3 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	9 km
	Alternativa 1 (Chaltura)	10 km
San Roque	Alternativa 2 (San José)	9 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	15 km

Elaborado por: El Autor

La elaboración de la distancia a núcleos habitados de recogida de residuos sólidos se realizó a través de Google Earth dando los datos en km de las alternativas para la implementación del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante.

#### 5.15. Volumen útil o capacidad del vertido

Tabla 17.

*Extensión en área de alternativas para la capacidad del vertido.*

Alternativas	Superficie (ha)	Área aprovechable
Alternativa 1 (Chaltura)	10,05	90%
Alternativa 2 (San José)	7,02	95%
Alternativa 3 (El Rancho)	20	65%

Elaborado por: El Autor

A través del programa ArcGis se procedió a verificar la extensión en hectáreas de las diferentes alternativas para la capacidad del vertido, y la extensión aprovechable de cada terreno donde se realice la operación del relleno sanitario.

#### 5.16. Sistema de accesos del posible emplazamiento

Tabla 18.

*Emplazamiento de alternativas.*

Alternativas	Emplazamiento
Alternativa 1 (Chaltura)	Viable
Alternativa 2 (San José)	Proyección de urbanización
Alternativa 3 (El Rancho)	Sin acceso

Elaborado por: El Autor

A través de peticiones realizadas a funcionarios del GAD Municipal del cantón Antonio Ante de la Dirección de Planificación, se pudo obtener el acceso al catastro de fraccionamiento de tierras y desarrollo rural con proyección habitacional y recreativa en terrenos municipales.

5.17. Disponibilidad de material de cobertura

Tabla 19.

*Disponibilidad de material de cobertura.*

Alternativas	Disponibilidad del material de cobertura
Alternativa 1 (Chaltura)	85%
Alternativa 2 (San José)	75%
Alternativa 3 (El Rancho)	80%

Elaborado por: El Autor

A través de la visita de campo a las alternativas se evidenció la disponibilidad de material de cobertura para cubrir diariamente los residuos sólidos, la cual se determinó del total de espacio del terreno por el aprovechamiento para la ocupación total.

5.18. Existencia de infraestructuras, agua, alcantarillado, electricidad, teléfono

Tabla 20.

*Existencia de servicios básicos.*

Alternativas	Infraestructura	Existencia de servicios básicos
Alternativa 1 (Chaltura)	No existe	Cuenta con servicios básicos
Alternativa 2 (San José)	No existe	Cuenta con servicios básicos
Alternativa 3 (El Rancho)	No existe	No cuenta con servicios básicos

Elaborado por: El Autor

A través de entrevistas con funcionarios del GAD Municipal de la Dirección de Planificación y entrevistas en campo, se evidenció que los terrenos no cuentan con ninguna infraestructura, se verificó en campo que las alternativas de número uno y dos respectivamente cuentan con servicios básicos mientras tanto que la alternativa número tres no cuenta con servicios básicos.

## 5.19. Textura de Suelos

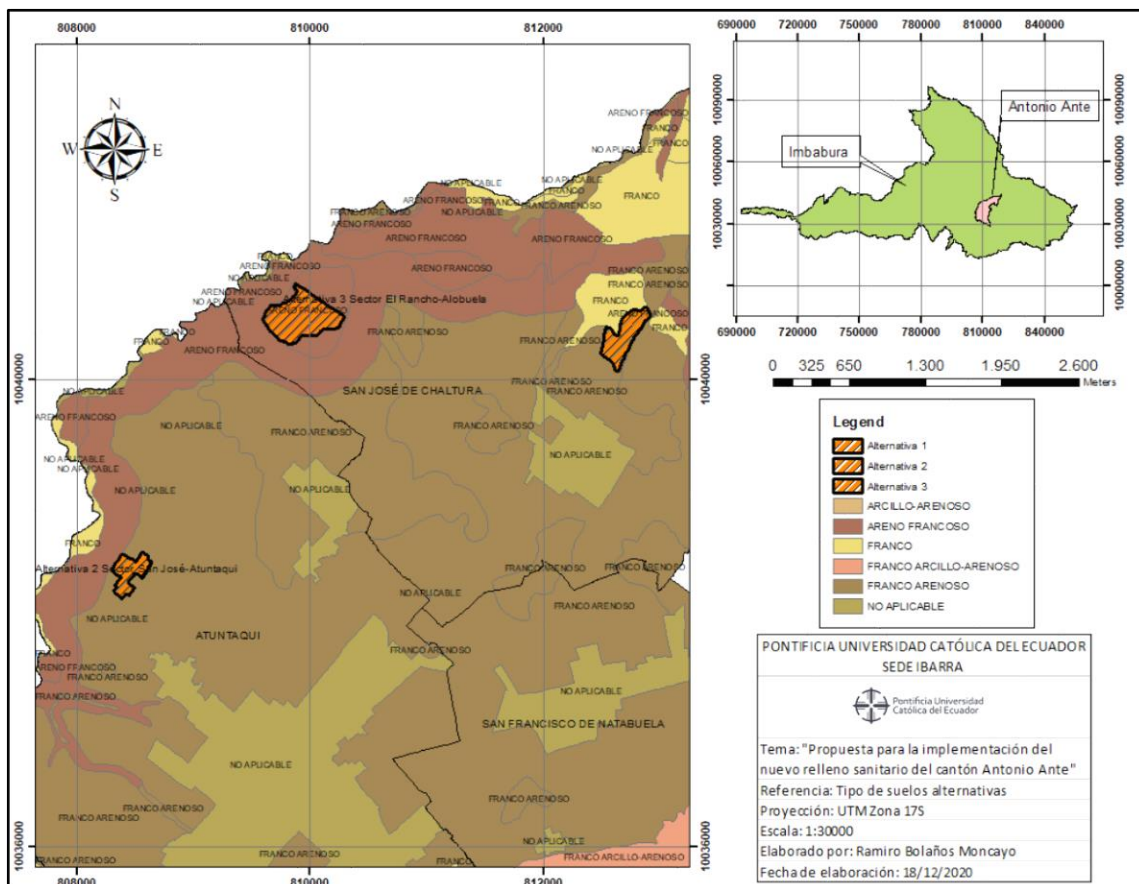


Figura 20. Textura de Suelo Cantón Antonio Ante. Fuente: IEE  
Nota: No Aplicable: Zona Urbana

A través de la textura de suelo en el cantón Antonio Ante, se verificó que existe un tipo de suelo franco arenoso sobre la zona de estudio; la particularidad de este tipo de suelo es que contiene un horizonte superficial grueso, rico en material orgánico, están entre los suelos más productivos del mundo. Son suelos importantes en zonas de clima semiárido, particularmente en las regiones con un clima mediterráneo. El clima fresco permite una acumulación lenta de humedad en la materia orgánica.

El porcentaje de textura de suelo en el cantón Antonio Ante esta distribuido de la siguiente manera arcillo arenoso el 8%, areno franco el 12 %, franco con el 10%, franco arcillo arenoso 10%, franco arenoso 35%, y no aplicable que corresponde a los asentamientos humanos con el 25% de superficie en el cantón.

## 5.20. Infiltración del suelo

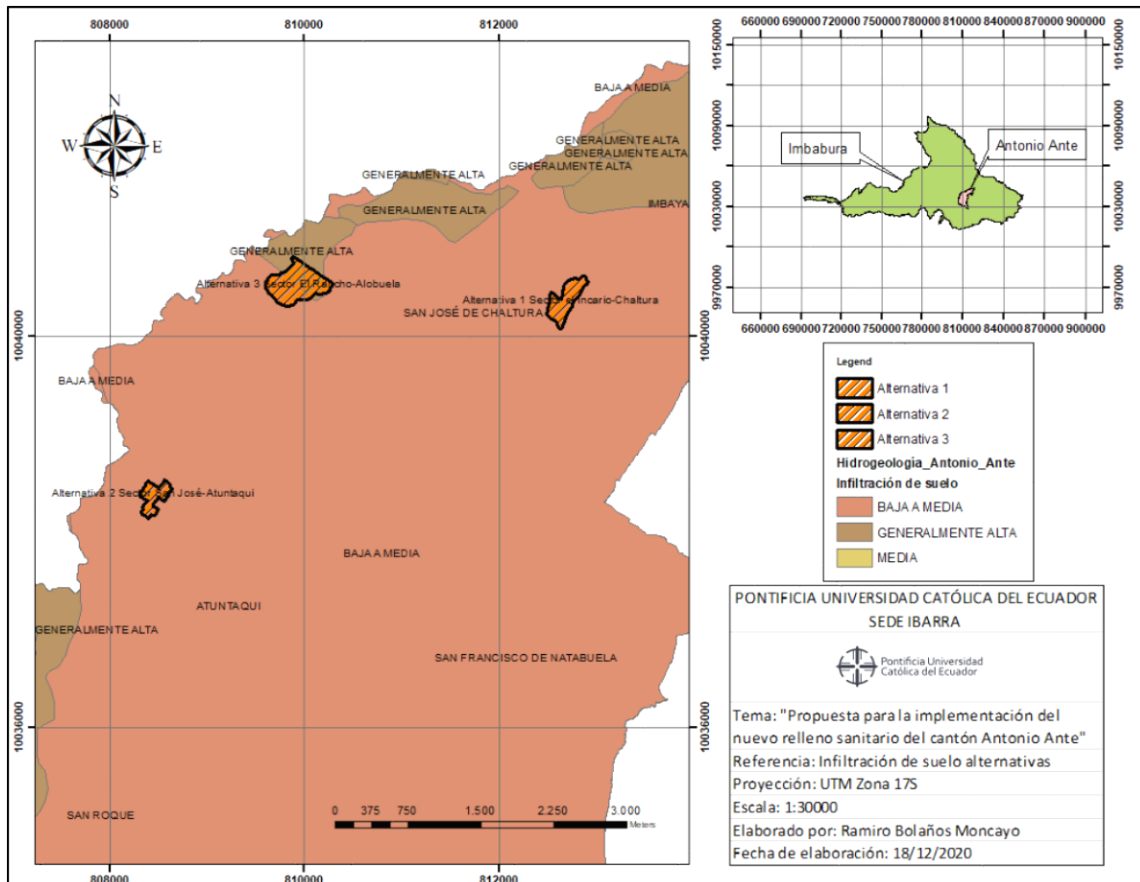


Figura 21. Infiltración del suelo. Fuente: IEE

La particularidad de cada tipo de suelo en el cantón Antonio Ante respecto a la infiltración corresponde de la siguiente manera en las alternativas número uno y dos es baja a media mientras tanto que en la alternativa número tres es generalmente alta.

Infiltración Baja: Suelos impermeables, arcillas homogéneas por debajo de la zona de meteorización.

Infiltración Media: Arenas muy finas limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena limo y arcilla.

Infiltración Alta: Grava limpia, arenas limpias y mezclas de grava.

## 5.21. Costo del Terreno

Tabla 21.

*Costo por metro cuadrado de alternativas.*

Alternativas	Costo por m <sup>2</sup>	Total \$
Alternativa 1 (Chaltura)	15 \$	150 000
Alternativa 2 (San José)	15 \$	105 000
Alternativa 3 (El Rancho)	15 \$	12 720,000

Fuente: GAD-AA Elaborado por: El Autor

A través de entrevistas con el técnico de planificación del municipio, el Arq. Andrés Pozo, manifestó que el valor por metro cuadrado en áreas rurales se encuentra valorado en alrededor de quince dólares.

## 5.22. Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales.

A través del reconocimiento en campo, cada uno de los terrenos presenta un tipo de suelo franco arenoso lo que impide la existencia de material pétreo o de extracción o presencia de recursos minerales, ya que son terrenos intervenidos con vegetación secundaria con especies perennes y árboles plantados de diferentes especies.

### 5.23. Distancia a núcleos habitados

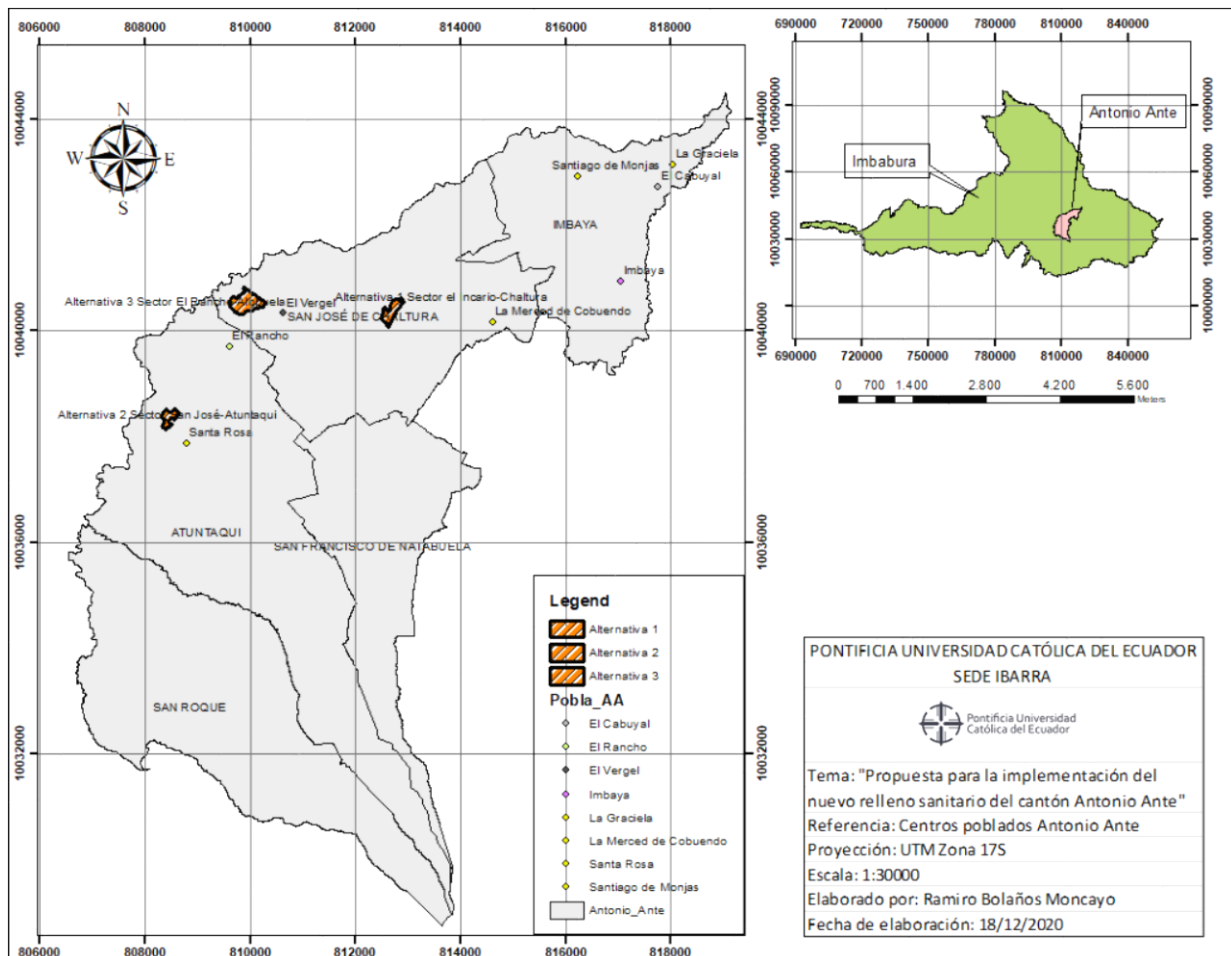


Figura 22. Núcleos habitados en el cantón Antonio Ante. Fuente: IEE

Mediante el Software libre Google Earth se obtuvo como resultado la distancia en km del recorrido de los residuos sólidos generados, hasta cada una de las alternativas como se indica en la tabla 21:

Tabla 22.

*Distancia a núcleos habitados en el cantón Antonio Ante.*

Centros Poblados	Alternativas	Distancia (km)
El Cabuyal	Alternativa 1 (Chaltura)	13 km
	Alternativa 2 (San José)	17 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	15 km

Continuación tabla 22

	Alternativa 1 (Chaltura)	4 km
El Rancho	Alternativa 2 (San José)	6 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	3 km
	Alternativa 1 (Chaltura)	2 km
El Vergel	Alternativa 2 (San José)	8 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	4 km
	Alternativa 1 (Chaltura)	6 km
La Graciela	Alternativa 2 (San José)	12 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	11 km
	Alternativa 1 (Chaltura)	9 km
La Merced de Cobuendo	Alternativa 2 (San José)	12 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	10 km
Santa Rosa	Alternativa 1 (Chaltura)	5 km
	Alternativa 2 (San José)	3 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	4 km
Santiago de Monjas	Alternativa 1 (Chaltura)	8 km
	Alternativa 2 (San José)	13 km
	Alternativa 3 (El Rancho)	12 km

---

Elaborado por: El Autor

#### 5.24. Aguas subterráneas

De acuerdo con cada tipo de suelo recibe un paso intermedio, las películas de agua cubren las partículas solidadas pero el aire está todavía presente en las zonas porosas del suelo. Esta zona es llamada zona insaturada o de aireación, y el agua que presente es agua

gravitacional. A profundidades menores y en presencia de volumen de agua adecuada, se rellenan todos los huecos para producir una zona de saturación, el nivel superior es la mesa del agua o nivel freático (nivel del acuífero). El agua presente en las zonas de saturación se denomina agua subterránea.

Aproximadamente el 3% del agua total en la tierra es agua dulce. De esta un 95% constituye aguas superficiales, 3,5% corresponde a aguas subterráneas y 1,5% a la humedad acumulada en los suelos. De toda el agua dulce existente, sólo un 0,36% está disponible para su consumo (Leopoldo, 1974).

Por lo tanto, el cantón Antonio Ante presenta varios ojos de agua y quebradas que forman y se alimentan de los humedales y manantiales, así como también de una parte del agua subterránea, los mismos que se encuentran ubicados en las márgenes de las quebradas; Tumbibitze, Yanayacu y Seca cuyas aguas desembocan en el río Ambi.

## 5.25. Aguas superficiales.

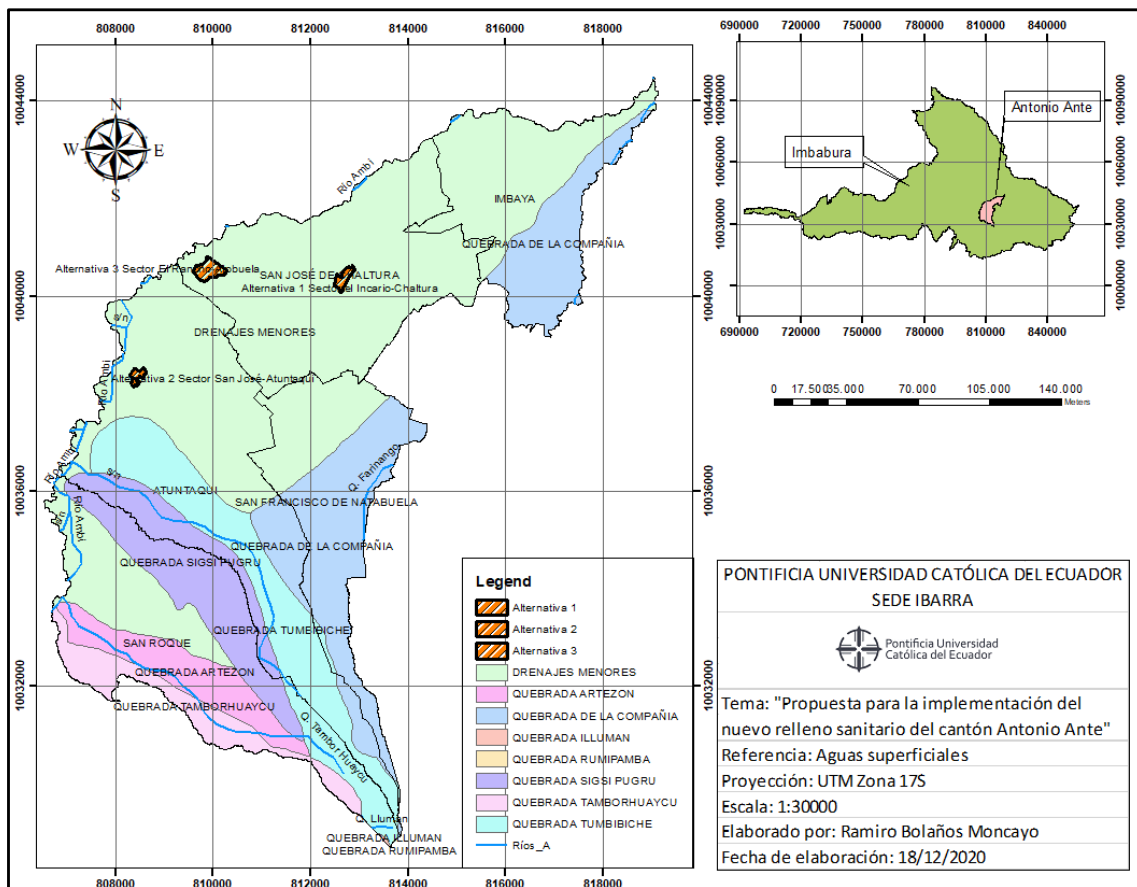


Figura 23. Aguas superficiales. Fuente: IEE

Nota: Drenajes Menores: Alcantarillado pluvial, acequias

El agua superficial que presenta el cantón Antonio Ante es especialmente de la parte de la subcuenca del río Ambi, el uso del agua se distribuye de la siguiente manera: riego 58%, uso industrial 35% y el 6% restante es para uso doméstico. Los drenajes menores se constituyen de las escorrentías del curso de agua en caso de sequías, quebradas secas, alcantarillado pluvial etc. Estos cursos superficiales se ven afectados principalmente por la mala disposición de residuos sólidos, descargas de aguas residuales, efluentes industriales y la incorrecta disposición de envases agroquímicos que se generan en las chacras de cultivos en el cantón.

5.26. Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración

- Clima

De acuerdo con la clasificación de Pourrut (1983), el cantón Antonio Ante se encuentra ubicado en dos climas el clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo y el ecuatorial mesotérmico seco; el clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo es el clima más característico de la zona interandina situado por encima de los 3 200 msnm, ocupa la mayor extensión. Las temperaturas medias anuales están comprendidas generalmente entre 12 y 20°C, pero pueden en ocasiones ser inferiores en las vertientes menos expuestas al sol; las temperaturas mínimas descienden rara vez a menos de 0°C y las máximas no superan los 30°C. Variando en función de la altura y de la exposición, la humedad relativa tiene valores comprendidos entre el 65 y el 85 % y la duración de la insolación puede ir de 1 000 a 2 000 horas anuales. Las precipitaciones anuales fluctúan entre 500 y 2 000 mm y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y en octubre-noviembre (INAMHI, 2015). La estación seca principal, de junio a septiembre, es generalmente muy marcada; en cuanto a la segunda, su duración y localización en el tiempo son mucho más aleatorias.

- Precipitación en el cantón Antonio Ante

Analizando las series de precipitaciones mensuales juntamente con los días de lluvia del mismo lapso y relacionándolos con los valores de estaciones que se encuentran ubicadas en el cantón Antonio Ante. Los cálculos para obtener valores medios mensuales y anuales de las alturas de precipitaciones, fueron realizados en base al período de 25 años de observación de cada estación para obtener un promedio por año.

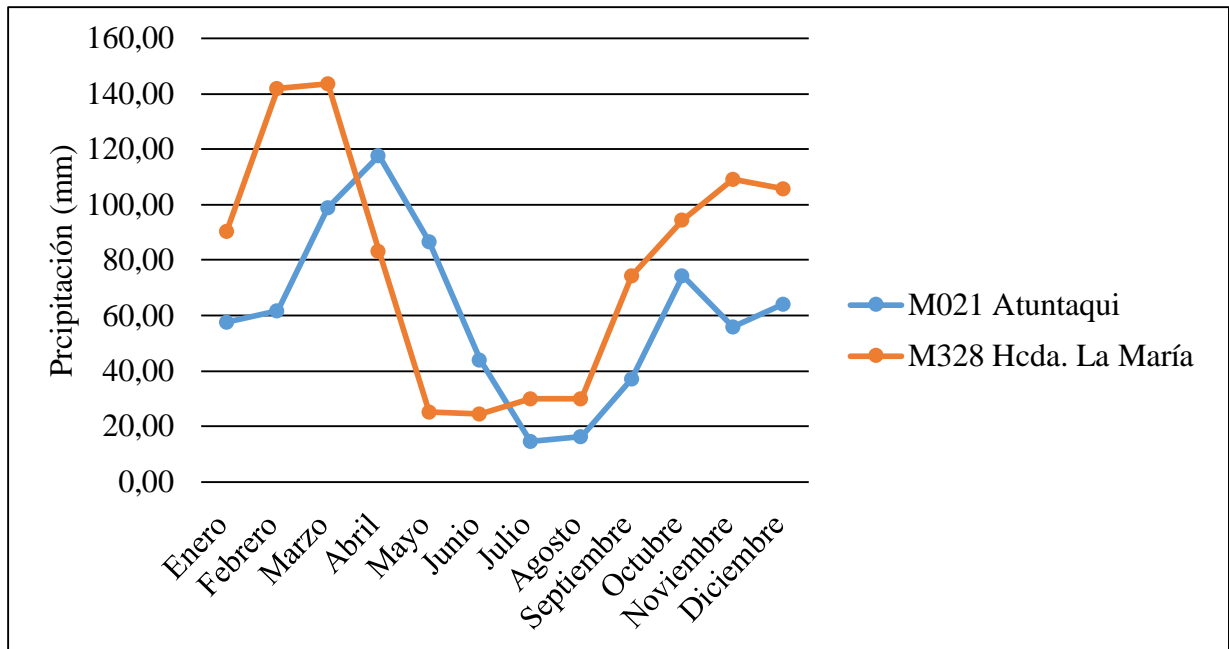


Figura 24. Precipitación media mensual. Fuente: IEE-MAGAP, 2014

Conociendo que los valores de precipitación obtenidos en las diferentes estaciones meteorológicas son puntuales, es necesario conocer su distribución geográficamente en la zona en estudio, se evidenció como referencia el relieve y la topografía de la zona estudiada, el clima, la cobertura vegetal.

- Temperatura

La temperatura del aire es el elemento del clima al que se asigna mayor importancia como causa de las variaciones que experimentan el crecimiento, el desarrollo y la productividad de los cultivos agrícolas. Por esta razón, es necesario conocer la disponibilidad (cantidad y duración) y el régimen térmico de una localidad, que con las disponibilidades hídricas (precipitación y humedad edáfica) permitirá cuantificar la aptitud climática regional.

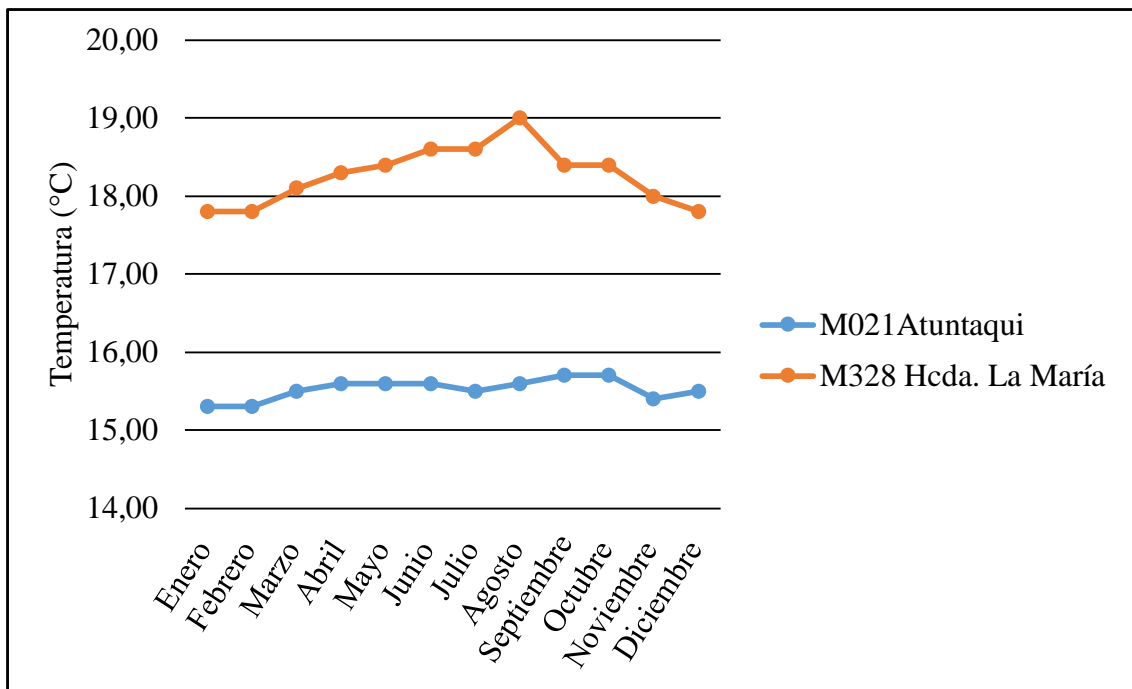


Figura 25. Temperatura media mensual Fuente: IEE-MAGAP, 2014

En la figura se representan las temperaturas, cuyas curvas describen la distribución mensual de la temperatura media del aire en el transcurso del año. Analizando el gráfico observamos que la temperatura promedio anual en las estaciones seleccionadas es de 16,9°C.

En el caso de la estación M053, presenta valores de temperatura más elevados que la estación M021 que presentan temperaturas menos pero mas homogéneas durante todo el año. Las variaciones mensuales de las temperaturas no son significativas ya que su amplitud (diferencia entre los valores máximos y mínimos) está alrededor de 1°C.

## 5.27. Suelos, tipos, usos

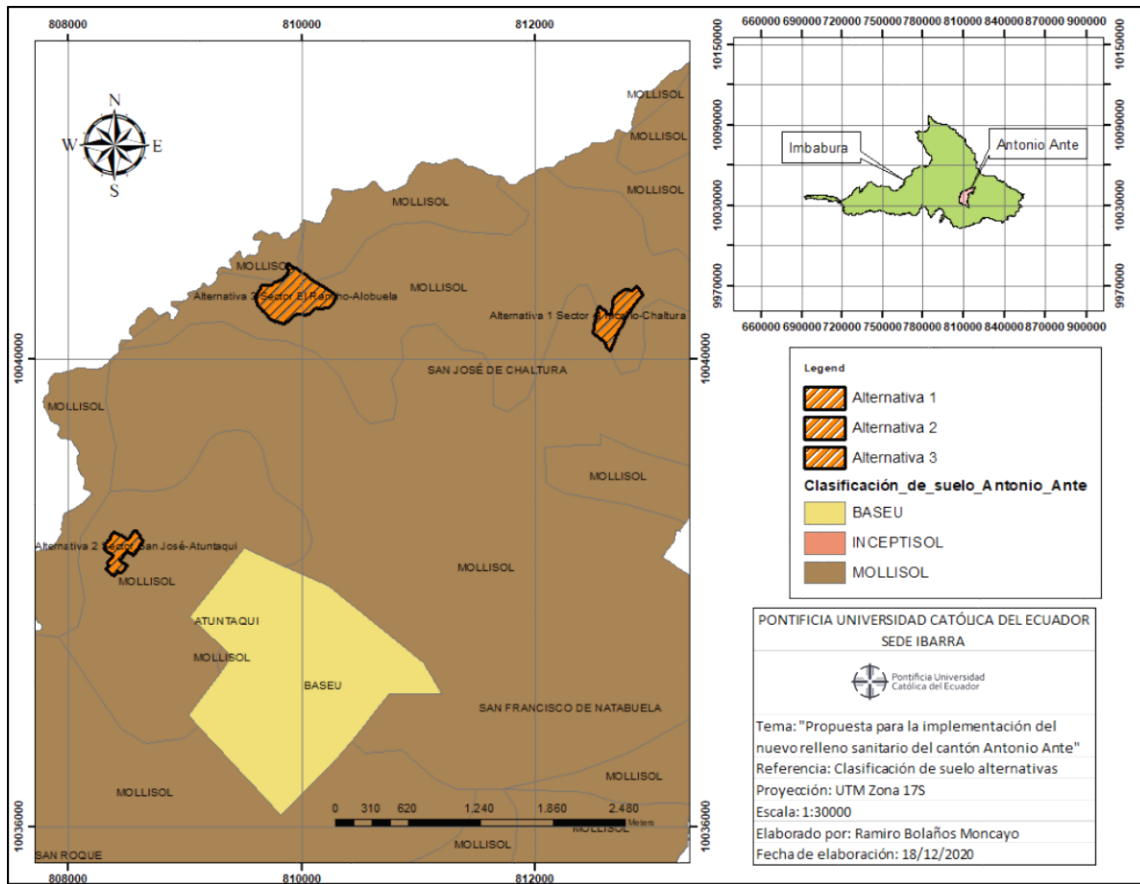


Figura 26. Clasificación de suelo Fuente: IEE  
Nota: Baseu: Centro urbano

Los suelos Molisoles con el 77,14% que predominan en las parroquias de Atuntaqui, Imbaya, Chaltura y Natabuela con 54,32 km<sup>2</sup>, seguido por los suelos Inceptisoles corresponden al 4,52% en las parroquias Andrade Marín, Natabuela y San Roque con 3,18 km<sup>2</sup>, los inceptisoles corresponden al 0,48% con 0,33 km<sup>2</sup> y los suelos sin definir el 17,86% que está en la zona este de la parroquia de San Luis de Imbaya con 12,58 km<sup>2</sup> (SIGAPRO,2013).

Los suelos presentes en el área de estudio provienen de rocas ígneas y sedimentarias de origen volcánico; son suelos de textura arenosa y franco-arenosa en la zona baja, mientras en la zona alta del área de estudio, (páramo) podemos encontrar suelos limosos y limo-arenosos. Sus características de textura y estructura permiten desarrollar la agricultura, son suelos con un índice medio de fertilidad, pero lamentablemente estos suelos han sido sometidos a un acelerado deterioro, siendo el principal factor de destrucción la erosión causada por elementos del ambiente como el viento y en mayor escala por el agua. A más de esto, el hombre es también un factor preponderante en el deterioro del suelo por el

desconocimiento o mala utilización de técnicas agrícolas y la utilización de suelos en zonas de pendientes donde no desarrollan labores agrícolas.

- Uso de suelo

El análisis multi temporal del uso del suelo realizado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Antonio Ante determinó el grado de intervención que tiene el ser humano sobre el recurso natural en función de su aprovechamiento para suplir necesidades, principalmente económicas y de asentamiento. Se pudo obtener resultados donde el uso que se da mayormente al suelo es para el sector agrícola con cultivos de maíz, fréjol, aguacate, cebada entre otros donde ocupa una extensión de 37,53 km<sup>2</sup>, el uso pecuario es otro de los más importantes ocupa una extensión de 12,41 km<sup>2</sup> donde también se incluyen los cultivos de alfalfa y avena forrajera; el uso de suelo que se da para la protección y conservación en el cantón es de 7,78 km<sup>2</sup>; el casco urbano, los centros poblados y la cantera ocupan un territorio de 6,47 km<sup>2</sup> (CELAEP, 2014).

## 5.28. Vegetación

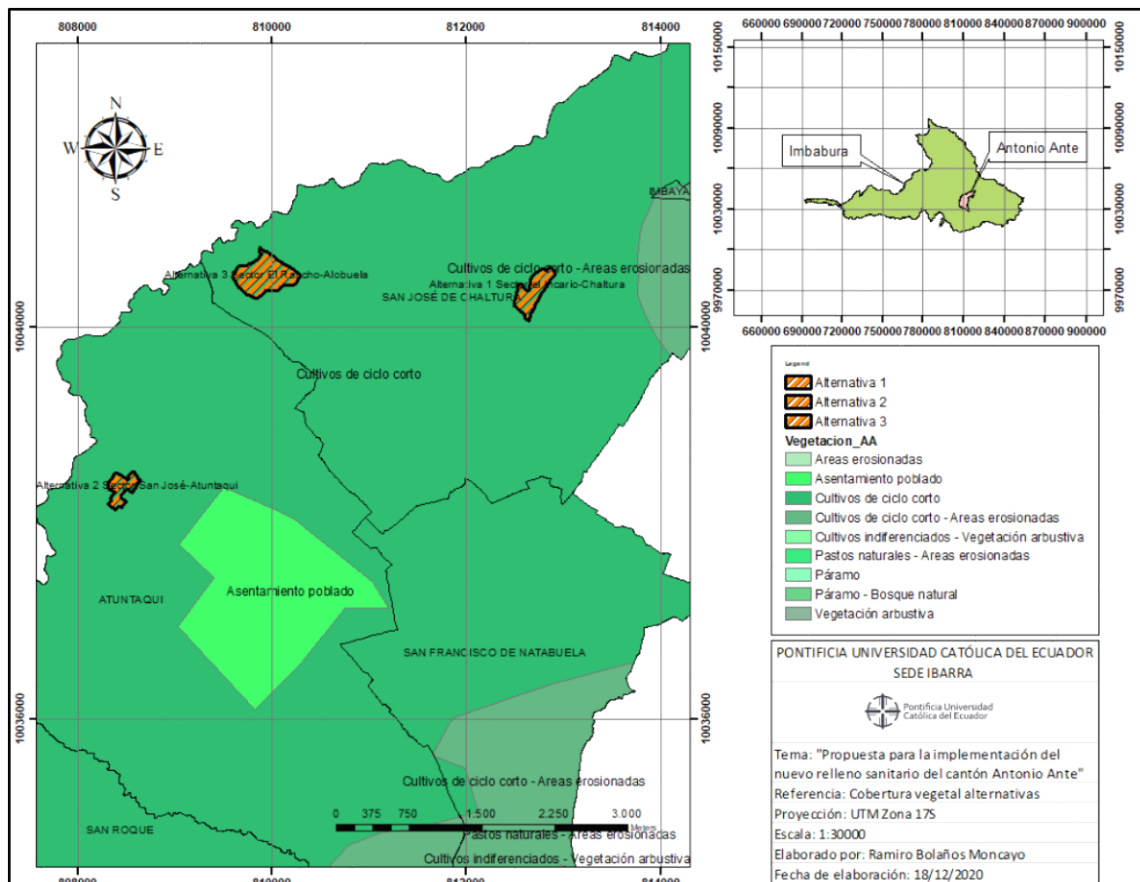


Figura 27. Cobertura vegetal alternativas. Fuente: IEE

La cobertura vegetal presente en el cantón Antonio Ante se la ubica en cuatro categorías; la categoría que tiene un mayor porcentaje es la de agropecuario con el 91,63% del total de la extensión del cantón, las áreas de vegetación arbustiva y herbácea ocupan el 4,37% seguida de la cobertura antrópica con una extensión de 3,78% y en menor proporción se tiene a la cobertura erial con 0,21% (MAGAP, 2013). La descripción referente a la cobertura páramo cuenta con una extensión de 2,66 km<sup>2</sup> ubicada en la parte alta de San Roque y Andrade Marín.

Las especies que se encuentran comúnmente en los terrenos son las siguientes: eucalipto (*Eucalyptus*), nogal (*Juglans neotropica*), guabo (*Inga edulis*), chilca (*Bacharis laurifolia*), mosquera (*Croton wagnerii*), huiancundo (*Guzmania spp*), penco (*Agave americana*), higuera (*Ricinus communis*).

#### 5.29. Fauna

Es posible la afectación de la vegetación y fauna en las diferentes etapas de la construcción, operación y cierre del relleno sanitario. Estos elementos funcionan como bio indicadores de contaminación en el ecosistema, acuíferos y pueden contribuir para indicar problemas de contaminación en el área de influencia donde se localice el proyecto.

A través de estudios anteriormente realizados en el cantón Antonio Ante, se tomó como referencia la técnica empleada que en su mayoría fue a través de observación directa e indirecta en el campo. Existen variedades de especies, las mismas que se han dividido en aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

5.30. Riesgos geológicos: inundaciones, movimientos de laderas, erosiones, sismicidad

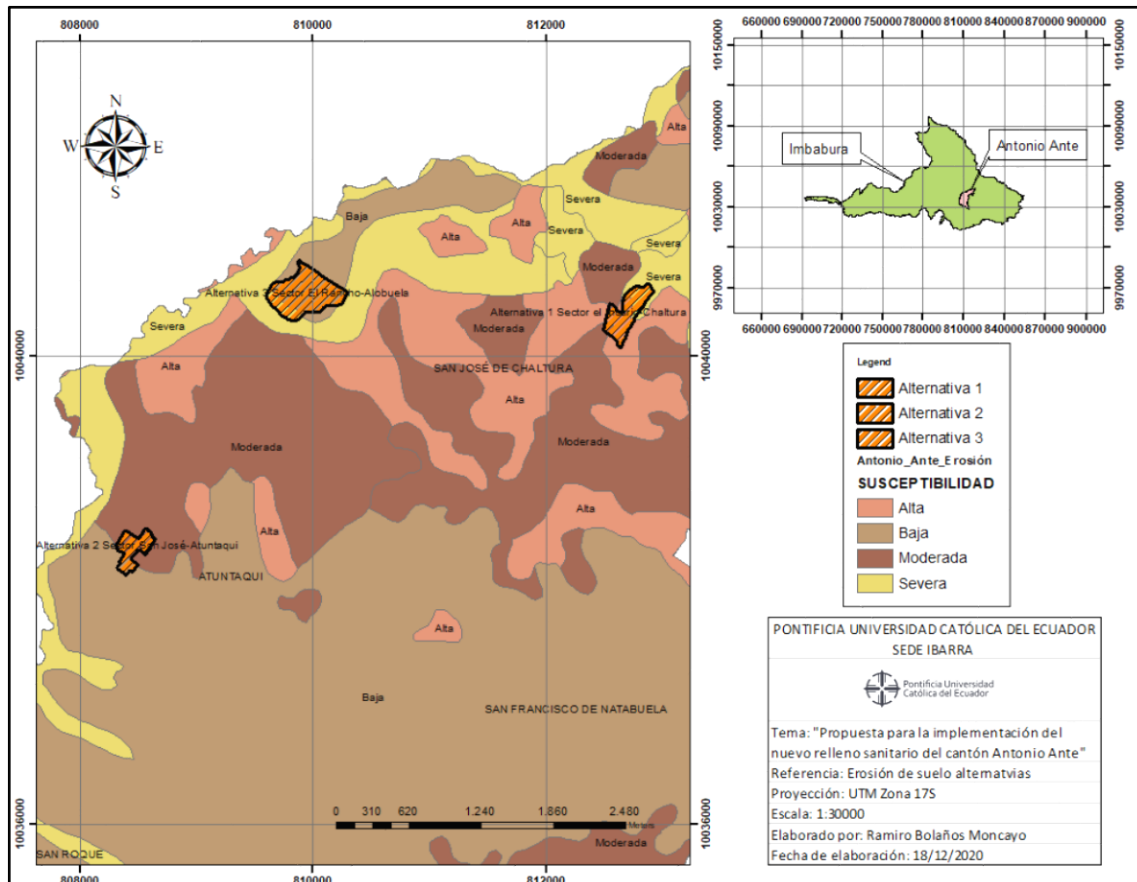


Figura 28. Erosión de suelo cantón Antonio Ante Fuente: IEE

La erosión del suelo en el cantón Antonio Ante como podemos observar en el mapa la alternativa número uno se encuentra en un grado de erosión alto y severo, mientras tanto que la alternativa numero dos se localiza en un grado moderado y bajo, en tanto que la alternativa número tres se limita con un grado bajo y severo de erosión debido a que en el cantón no existe una política en conservación de suelos y limita el esfuerzo para hacerlo.

Erosión baja: las características originales (materia orgánica y estructura) son destruidas gradualmente. El suelo no percibe este fenómeno, porque la erosión ocurre en niveles tolerantes y el rendimiento de los cultivos se mantiene estable por la aplicación normal de fertilizantes y de enmiendas.

Erosión moderada: la materia orgánica alcanza valores bajos y el suelo pierde estructura. Por el uso intensivo de implementos agrícolas se produce la aparición de una capa compactada que impide la infiltración del agua y la penetración de las raíces.

Erosión severa: El suelo pierde su rendimiento en los cultivos se reduce severamente. La aplicación de enmiendas y fertilizantes se vuelve menos eficaz, sea por las condiciones físicas adversas al desarrollo de las plantas, o por las grandes pérdidas de suelo y de nutrientes que han ocurrido por la erosión, disminuyendo su efecto actual y residual.

Erosión alta: el proceso de erosión es tan violento que la tierra comienza a ser abandonada por el agricultor, debido a la baja productividad y dificultad de operación de máquinas a causa de la existencia de surcos y cárcavas en el campo. El tiempo que lleva a un suelo cultivado a llegar a la etapa 3 depende de la intensidad de aplicación de las prácticas inadecuadas de manejo, de su pendiente y textura, que se relacionan mucho con su resistencia a la erosión hídrica.

#### 5.31. Calidad del paisaje

El paisaje escénico se ha establecido como un recurso básico tratado como la parte esencial y recibiendo igual consideración que demás recursos del medio físico (USDA, 1974). La percepción de la belleza de un paisaje con la intervención antrópica utilizado por actividades humanas, en especial en la operación de un relleno sanitario es la alteración de espacio natural a considerarse una fuente de polución con el ambiente sea este bajo los estándares calificados para la operación, mantenimiento y cierre definitivo del área (Carlson, 1977).

#### 5.32. Incidencia visual

La localización inadecuada de los vertederos o botaderos de los residuos sólidos puede ocasionar la erosión de los suelos o impedir la recarga de los acuíferos, la proliferación de vectores, la dispersión de los residuos por el viento, el humo resultante de su quema periódica, la modificación de las características naturales de los drenajes y, durante la época de lluvias, la obstrucción de los sistemas de drenaje, con ello, el recrudecimiento de las inundaciones que impactan severamente en la calidad del paisaje e integridad de los bienes materiales; por lo expuesto, los terrenos ubicados en su proximidad resultan de interés escaso y, por ende, pierdan significativamente su plusvalía (FEAM/MG, 1995).

#### 5.33. Espacios naturales o de interés cultural y/o científico

La disposición adecuada de residuos sólidos a través de un relleno sanitario es una obra de ingeniería, estos son el resultado de las actividades humanas, que ya no tiene más función para la actividad que lo fue generada (BID, 1997). A través del reconocimiento en el programa ArcGis se evidencio que ninguna de las alternativas presenta tolas, restos

arqueológicos y/o vestigios para ser analizados, estudiados en una fase preliminar lo que les convierte a los terrenos para ser analizados y evaluados conforme a la normativa ambiental nacional.

5.34. Identificación de terrenos que cumplan los estándares para albergar un Relleno Sanitario en el Cantón Antonio Ante

5.34.1. Alternativa Número 1. Sector el Incario.

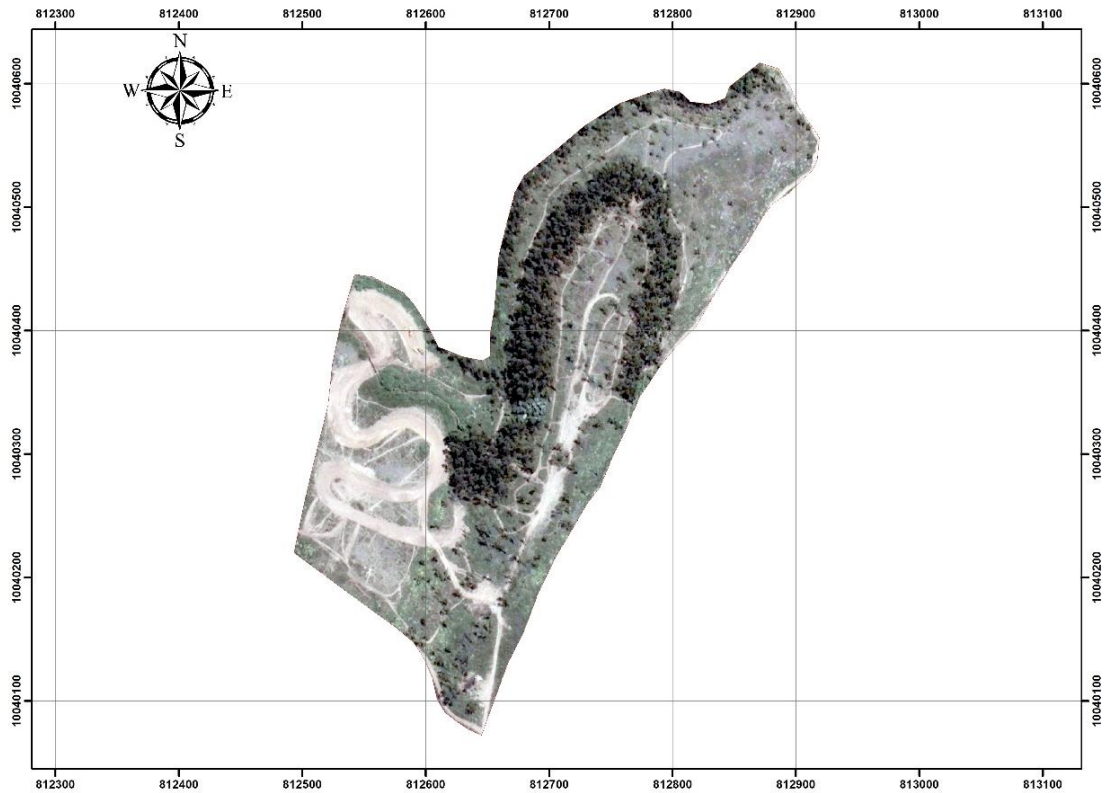


Figura 29. Alternativa Número 1 El Incario Fuente: IEE

Tabla 23.

Ítems de referencia de alternativa Número 1.

Descripción	Referencia
Ubicación:	La Alternativa Número 1 se encuentra ubicada en la parroquia rural de Chaltura
Sector:	Barrio el Incario sector loma redonda, en la vía asfaltada que conduce a Santiago del Rey

Continuación tabla 23

Situación legal del predio:	Municipal
Área:	10,05 hectáreas
Pendiente:	Regular
Accesibilidad:	Si existe (vías de primer orden)
Servicios básicos:	Si
Construcciones existentes:	Ninguna
Colindantes:	Terrenos que se encuentran en la influencia directa del proyecto
Norte:	Terrenos agrícolas
Sur:	Terrenos agrícolas
Este:	Vía asfaltada
Oeste:	Terrenos agrícolas

---

Elaborado por: El Autor

### 5.34.2. Alternativa Número 2. San José de Atuntaqui

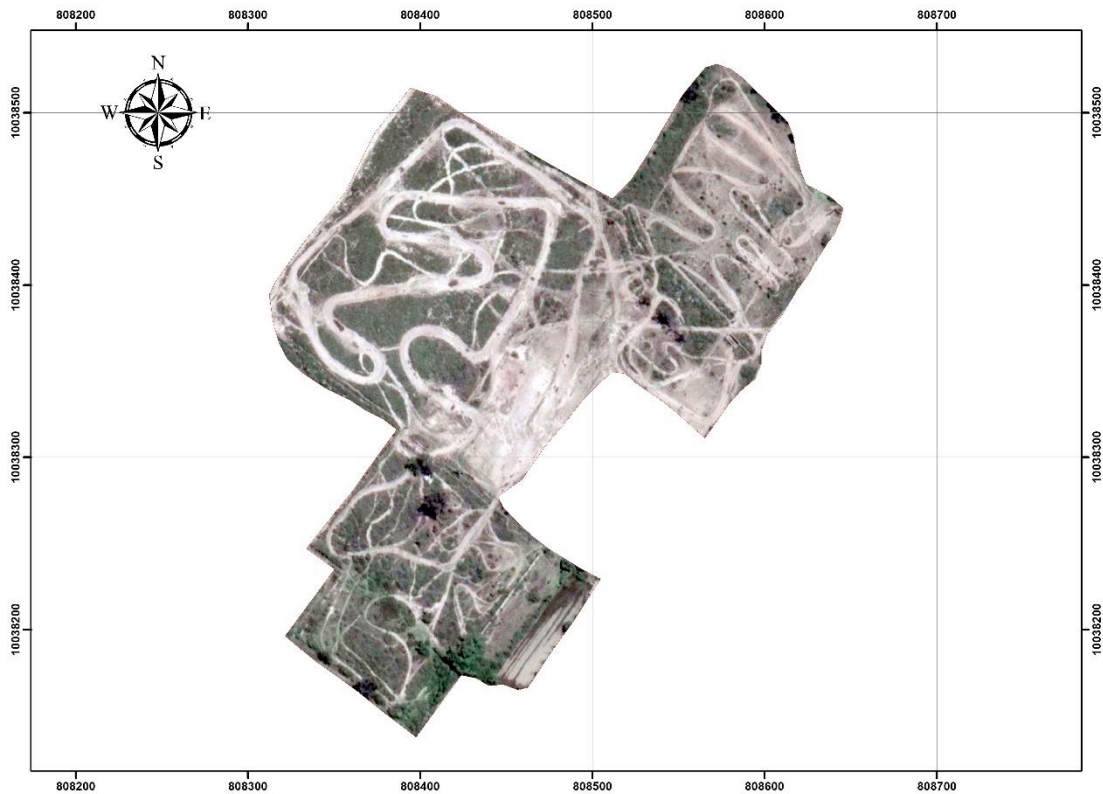


Figura 30. Alternativa Número 2 San José de Atuntaqui Fuente: IEE

Tabla 24.

#### Ítems de referencia Alternativa Número 2.

Descripción	Referencia
Ubicación:	La Alternativa Número 2 se encuentra ubicada en la parroquia urbana de Atuntaqui
Sector:	Barrio San José en la vía que conduce a la pista de motos la dolorosa
Situación legal del predio:	Municipal
Área:	7,02 hectáreas
Pendiente:	Regular

Continuación tabla 24

Accesibilidad:	Si existe (vías de segundo orden)
Servicios básicos:	Si
Construcciones existentes:	Ninguna
Colindantes	Predios que se encuentran en la influencia directa del proyecto
Norte:	Terrenos agrícolas
Sur:	Terrenos agrícolas
Este:	Terrenos agrícolas
Oeste:	Terrenos agrícolas

---

Elaborado por: El Autor

### 5.34.3. Alternativa Número 3. Sector el Rancho-Atuntaqui

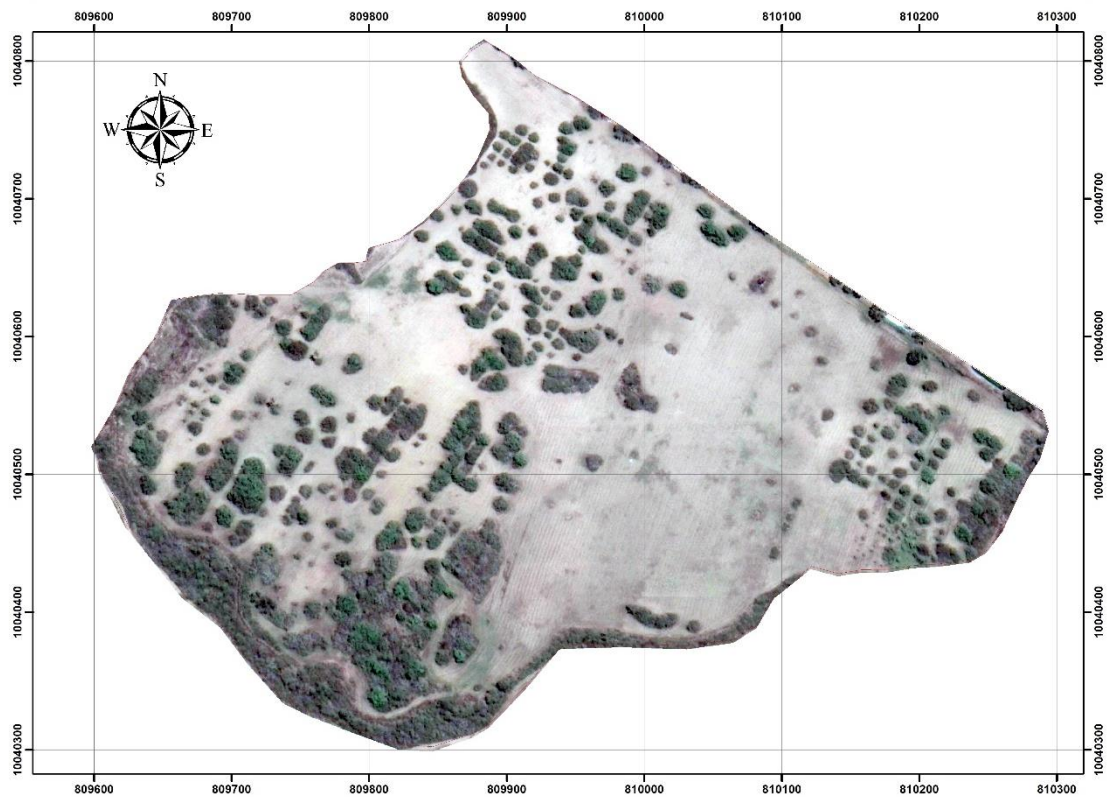


Figura 31. Alternativa Número 3 El Rancho Fuente: IEE

Tabla 25.

*Ítems de referencia Alternativa Número 3.*

Descripción	Referencia
Ubicación:	La Alternativa Número 3 se encuentra ubicada en la parroquia urbana de Atuntaqui
Sector:	Barrio Chalturita, sector el Rancho en dirección a la mina del Sr. Rubén Encalada
Situación legal del predio:	Litigio municipal
Área:	148,73 hectáreas
Pendiente:	Irregular
Accesibilidad:	No existe accesibilidad directa
Servicios básicos:	No
Construcciones existentes:	Ninguna
Colindantes:	Terrenos que se encuentran en la influencia directa del proyecto
Norte:	Granja avícola
Sur:	Cantera del señor Rubén Encalada
Este:	Río Ambi
Oeste:	Quebrada s/n

Elaborado por: El Autor

5.35. Análisis de alternativas para la calificación del terreno óptimo para la implementación del relleno sanitario del cantón Antonio Ante.

La calificación de las alternativas en el Cantón Antonio Ante se realizó a través de la Guía General para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios propuesto por la Comisión Económica Para América Latina y el Caribe para identificar el terreno óptimo donde se

realice la implementación del nuevo relleno sanitario del cantón se hizo mediante la calificación de aspectos tales como:

- Factores económicos, técnicos y constructivos
- Factores Ambientales
- Factores políticos legales y sociales

#### 5.35.1. Calificación de los aspectos económicos, técnicos y constructivos

La calificación de los sitios se realizó de acuerdo con la normativa ambiental vigente nacional para la construcción de rellenos sanitarios, la calificación se realizó de la siguiente manera en un rango del número uno al tres.

Tabla 26.

*Calificación y ponderación de sitios factores técnicos constructivos y económicos.*

Parámetros	Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos	Volumen útil o capacidad del vertido	Sistema de acceso del posible emplazamiento	Disponibilidad de material de cobertura y sellado	Existencia de infraestructura, agua, electricidad, teléfono	Morfología	Características geotécnicas del sustrato	Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales	Total
Ponderación	8	8	8	7	6	7	9	6	
Alternativa N°1 (Chaltura)	2	3	3	2	3	2	2	2	
Calificación									140
Total	16	24	24	14	18	14	18	12	
Alternativa N°2 (Atuntaqui)	3	1	1	2	2	2	2	2	
Calificación									110
Total	24	8	8	14	12	14	18	12	
Alternativa N°3 (El Rancho)	2	1	1	2	2	3	2	2	
Calificación									109
Total	16	8	8	14	12	21	18	12	

Elaborado por: El Autor

### 5.35.2. Calificación para los factores ambientales y los factores políticos legales y sociales

El puntaje para la calificación de alternativas para los factores ambientales y los factores políticos legales y sociales siendo los factores muy decisivos e importantes para la calificación de las alternativas tenemos:

Rango de puntuación para la calificación del terreno óptimo

Calificación de alternativas para identificar el terreno óptimo en el cantón Antonio Ante

- Peor Valor (3) cuando ocurre lo contrario, es decir que se encuentra fuera de los valores límite o de referencia
- Valor Medio (2) cuando se encuentra entre los límites menor mayor, la valoración se realiza respecto al mejor valor
- Mejor Valor (1) cuando cumple o sobrepasa valores límite o de referencia

### 5.35.3. Puntaje máximo del sistema de evaluación

Es el puntaje máximo que se asigna al sistema de calificación y resulta de la sumatoria de los puntajes máximos de cada parámetro, para lo cual se establece una escala o rango de puntajes que permita la calificación de cada una de las alternativas:

Tabla 27.

*Rango establecido para los factores ambientales, políticos, legales y sociales.*

Puntaje ponderado total	Calificación
0 – 60	Regular o terreno moderadamente aceptable
60 – 120	Bueno o terreno aceptable
120 – 180	Muy bueno o terreno aceptable de primera opción

Fuente: Gutiérrez et al., 2012

Tabla 28.

*Calificación y ponderación de sitios factores ambientales.*

Parámetros	Distancia a núcleos habitados.	Aguas subterráneas	Aguas superficiales	Clima: pluviiosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración	Suelos, tipos, usos	Vegetación	Fauna	Riesgos geológicos: inundaciones, movimientos de laderas, erosiones, sismicidad.	Calidad del paisaje	Incidencia Visual	Espacios naturales o de interés cultural y/o científico	Es recomendable que estos estudios se lleven a cabo por grupos interdisciplinarios	Total
Ponderación	10	9	10	8	8	10	10	10	9	8	10	10	
Alternativa N°1 (Chaltura)	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	3	177
Calificación													
Total	10	9	20	16	8	10	10	20	18	16	10	30	
Alternativa N°2 (Atuntaqui)	3	2	2	2	3	2	1	2	2	1	2	3	242
Calificación													
Total	30	18	20	16	24	20	10	20	18	16	20	30	
Alternativa N°3 (El Rancho)	2	2	1	3	2	2	1	1	3	2	2	3	221
Calificación													
Total	20	18	10	24	16	20	10	10	27	16	20	30	

Elaborado por: El Autor

Tabla 29.

*Calificación y ponderación de sitios factores políticos legales y sociales.*

Parámetros	Molestias a los vecinos por tráfico, polvos, ruidos, etc.	Oposición de la comunidad cercana al relleno por peligros reales o percibidos o síndrome “no es mi patio trasero”	Oposición de vecinos y propietarios cercanos por temor a una devaluación de sus bienes	Existencia de un plano regulador de la ciudad que limite el uso de suelo	Existencia de grupos y partidos políticos y conservacionistas que se oponen con razón o sin ella.	Total
Ponderación	9	10	10	9	10	
Alternativa N°1 (Chaltura)	1	2	1	1	1	58
Calificación						
Total	9	20	10	9	10	
Alternativa N°2 (Atuntaqui)	3	2	2	3	2	114
Calificación						
Total	27	20	20	27	20	
Alternativa N°3 (El Rancho)	2	2	3	3	2	115
Calificación						
Total	18	20	30	27	20	

Elaborado por: El Autor

5.36. Selección del terreno para el diseño del relleno sanitario del cantón Antonio Ante  
 Luego de haber realizado el proceso de calificación de las alternativas y analizado minuciosamente cada uno de los terrenos, conforme a lo que establece la normativa ambiental vigente, el resultado de la calificación determino el terreno óptimo a la Alternativa Número 1 ubicado en la Parroquia de Chaltura en la vía que conduce a Santiago del Rey, siendo este sitio analizado anteriormente por parte del Municipio que cumple con las especificaciones técnicas, ambientales y sociales para implementación del Relleno Sanitario del cantón Antonio Ante.

5.37. Producción per cápita de residuos sólidos por parroquia

Tabla 30.

*Producción per cápita (RSU), por parroquia del cantón Antonio Ante.*

Descripción parroquial	Parroquias del Cantón Antonio Ante	Producción Per Cápita (kg/ha/día)
Rural	Imbaya	0,52
Rural	Chaltura	0,48
Rural	Natabuela	0,49
Urbana	Atuntaqui y Andrade Marín	0,60
Rural	San Roque	0,52
Producción per cápita cantonal en promedio		0,52

Elaborado por: El Autor

La producción per cápita por parroquias en el cantón Antonio Ante se determinó a través del muestreo realizado en el estudio.

5.38. Porcentaje de cobertura

El porcentaje de cobertura que cubre el cantón Antonio Ante para el año 2019 según datos oficiales de la AME (Asociación de Municipales del Ecuador), corresponde al 79,23% del 100% de recogida de domicilios en toda la urbe del cantón.

5.39. Volumen necesario para el relleno sanitario

De acuerdo con los datos levantados en campo se extrapolo la población y la PPC por cada parroquia del cantón Antonio Ante respectivamente hasta el año 2035, cabe mencionar que para la densidad de residuos estabilizada se tomó referencia bibliográficamente y además del tipo

maquinaria utilizada en el actual relleno sanitario de Patabarán para realizar el diseño del volumen de residuos estabilizados como nos indica la tabla 29:

Tabla 31.

*Volumen de residuos generado en 15 años parroquia.*

Parroquias del cantón Antonio Ante	m <sup>3</sup>
Atuntaqui y Andrade Marín	37 989,81
San Roque	17 526,80
Natabuela	11 782,77
Chaltura	5 817,32
Imbaya	3 165,17
Mercados	18 191,49
Industrias	5 600,42
Volumen total generado	100 073,78

Elaborado por: El Autor

Corresponde de la siguiente manera: la parroquia urbana de Atuntaqui y Andrade Marín tienen la mayor generación de residuos en el cantón con el 49,80 %, mientras tanto que la parroquia rural de San Roque con el 22,98%, Natabuela el 15,45%, simultáneamente con Chaltura el 7,63% e Imbaya con el 4,15% respectivamente.

Los porcentajes estimados de generación de residuos sólidos en el cantón, dentro de 15 años son los siguientes; población proyectada corresponde al 86,23% mientras tanto los mercados con el 8,18% y con el 5,60% el volumen industrial.

#### 5.40. Densidad de residuos sólidos

Según Fernández (2010), para calcular y dimensionar la celda diaria y el volumen del relleno se pueden estimar las siguientes densidades:

- Celda diaria: densidad de residuos recién compactados 400-500 kg/m<sup>3</sup>
- Volumen del relleno: densidad de los residuos estabilizados 700-800 kg/m<sup>3</sup>

Estas densidades se alcanzan mediante la compactación homogénea y a medida que se estabiliza el relleno, incidiendo en la estabilidad y vida útil del sitio.

La Unidad de Gestión Ambiental mediante la Auditoría Ambiental remitida al MAE, en el periodo 2016-2018 la densidad promedio estabilizada es de alrededor de 800 kg/m<sup>3</sup> que se ha desarrollado en el actual relleno sanitario de Patabarán.

El aumento de la densidad de los desechos sólidos en el relleno sanitario se logra, entre otras cosas por:

- El tránsito del vehículo recolector por encima de las celdas ya conformadas
- El apisonado manual, mediante el uso periódico del rodillo y pisones de mano
- La separación y recuperación de materiales tales como: papel, cartón, plástico, vidrio, chatarra y otros, dado que difícilmente se compactan

Otros mecanismos que aumentan la densidad de los residuos sólidos son: el proceso de descomposición de la materia orgánica y el peso propio de las capas o celdas superiores que producen mayor carga y obviamente, disminuyen su volumen. El peso volumétrico de los residuos sólidos es de gran importancia, ya que con este dato se determina el número de unidades para el transporte en función de la capacidad de estas, además sirve de base para proyectar las necesidades de espacio para el diseño de rellenos sanitarios (Esquinca, 2015).

#### 5.41. Cálculo de volumen de celda diaria

De acuerdo con datos oficiales que maneja la Unidad de Gestión Ambiental del Municipio de Antonio Ante, aproximadamente ingresan al relleno de Patabarán 28 000 kg de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para realizar su disposición final. El volumen de celda diaria es muy importante para conocer la cantidad en promedio y el espacio para disponer los residuos por día.

$$V_c = \left( \frac{28\,000\text{ kg}}{800\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right) * 0,15$$

$$V_c = 40,25\text{ m}^3$$

Es la unidad de residuos que se procesa diariamente. Este volumen generalmente tiene una pendiente de 3 metros de forma Horizontal y 1 de forma Vertical, pero esta deberá ser modificada de acuerdo con la compactación que se tenga de residuos y la composición de esta para garantizar la estabilidad de la celda.

El proceso de compactación lo realiza un tractor de oruga marca Komatsu (D65PX-16), regando los residuos en capas de hasta 25 centímetros sobre la anterior celda diaria, moviéndose de abajo hacia arriba para no desestabilizar el talud.

El operador repite esta operación (como mínimo 5 pasadas) hasta que los residuos o desechos hayan sido acomodados, y la superficie no se deforme después del paso del tractor, y hasta alcanzar el nivel de compactación para el cual se diseñó el relleno sanitario.

La determinación de las dimensiones de la celda diaria típica deberá ser función de varios parámetros, incluyendo: Volumen y composición de la basura recibida, nivel de compactación al que se desea llegar (densidad final), el equipo que se utilizará, la secuencia de operación del relleno

sanitario, la configuración del sitio designado para el relleno, y la disponibilidad de material de cobertura. Es recomendable que el frente de trabajo, por métodos prácticos, sea del ancho igual al de la cuchilla de la maquinaria utilizada, o múltiplos de esta (generalmente 5 metros).

#### 5.42. Material de cobertura

Se refiere a la cobertura que recibe la celda diaria al finalizar la jornada de trabajo de descargue y compactación de los residuos, para el diseño del relleno sanitario del cantón Antonio Ante el factor de material de cobertura es del 0,15%, es muy importante por varias razones.

Primero, no se debe dejar a la intemperie los residuos recién ubicados para proteger de la lluvia y que esta desestabilice el talud, y además genere mayores cantidades de lixiviados. El material de cobertura debe generar una pendiente uniforme que sea suficiente para descargar el agua de lluvia, pero cuidando que no se genere erosión por pendientes pronunciadas.

De la Torre (2010) recomienda una pendiente en la terraza creada por la celda diaria igual al 2%. Ayuda a limitar la salida no controlada de flujos gaseosos y malos olores. También protege de acciones del viento sobre los desechos, impidiendo que estos vuelen.

Este material de cobertura impide el ingreso de roedores, insectos y aves que destrozarían el trabajo realizado y crearían condiciones insalubres. Actúa como barrera protectora ante posibles incendios, además de mejorar la apariencia del relleno. Sin esta cobertura, el relleno sanitario no podría ser catalogado como tal, y se estaría hablando de un vertedero controlado a cielo abierto, el cual sin duda genera grandes impactos ambientales, de salud y seguridad pública.

#### 5.43. Volumen total ocupado

De acuerdo con la extrapolación de los datos tenemos aproximadamente un valor de 100 000 m<sup>3</sup> que van a hacer dispuestos en el relleno sanitario:

$$Vt = 12\,750m^3 + 72\,250m^3$$

$$Mc = 15\,000m^3$$

$$25\%Vt = 100\,000m^3$$

De acuerdo con los cálculos realizados a través de la extrapolación simple en el programa de Excel y considerando los factores para la disposición final de residuos sólidos en el nuevo relleno sanitario, se establece el valor considerable durante 15 años para la construcción, operación, mantenimiento y cierre definitivo del espacio.

#### 5.44. Área de implantación

El terreno optimo seleccionado para la implantación del proyecto tenemos a continuación:

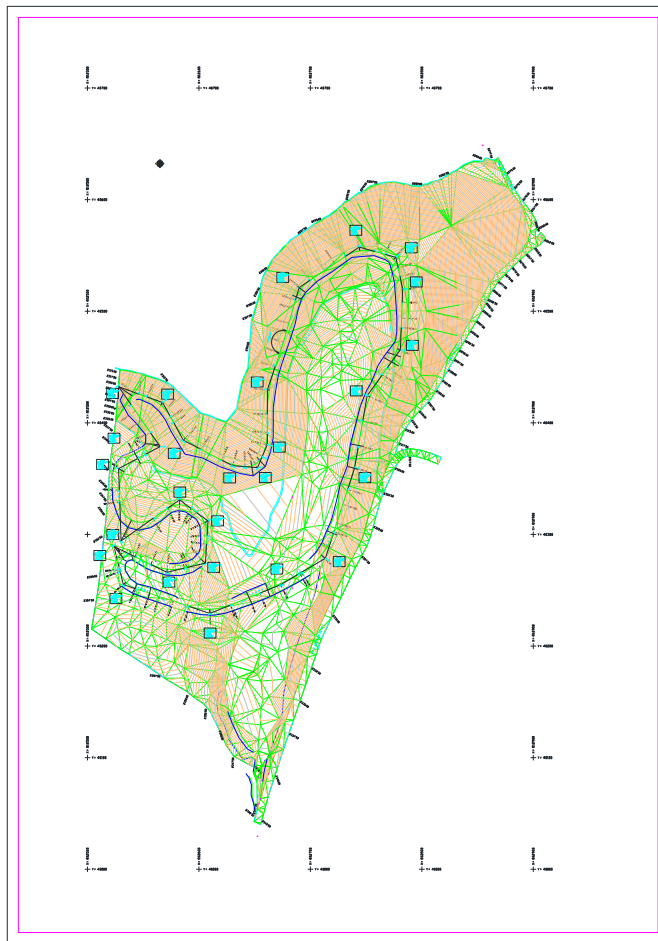


Figura 32. Levantamiento topográfico del terreno seleccionada para la implantación del proyecto. Elaborado por: El Autor

El área aprovechable del terreno es alrededor de 10,5 hectáreas cuenta con una pendiente del 6%, además de cumplir con todos los requerimientos conforme a lo que establece la normativa ambiental que antes fueron mencionados, la vía principal es primer orden la carretera que conduce a Santiago del Rey es asfaltada, la localidad cuenta con servicios básicos y el espacio se encuentra a nombre del GAD-Municipal.

#### 5.45. Esquema de implantación del proyecto

El diseño del relleno sanitario fue realizado para 15 años, a continuación, tenemos el esquema general de localización de celdas, cada una tiene el tiempo aproximado de vida útil de tres años de acuerdo con la capacidad de volumen a disponer de cada celda, esto se encuentra establecido conforme a la regularidad del terreno seleccionado.

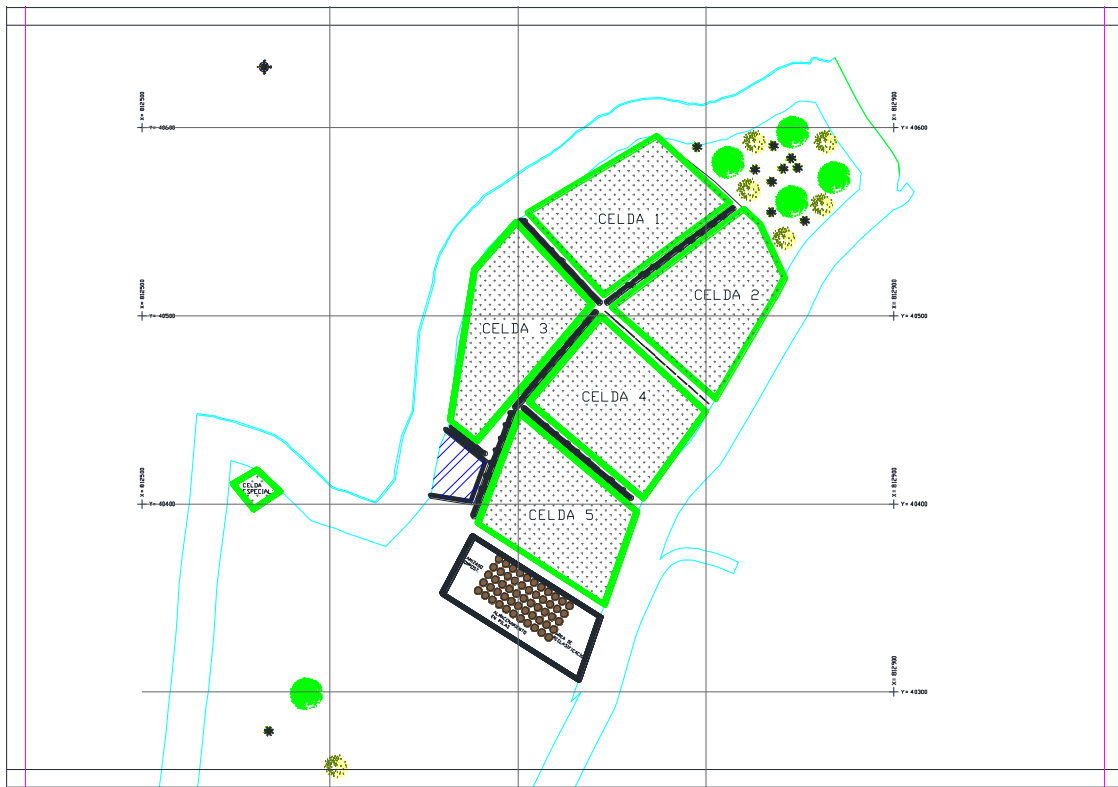


Figura 33. Esquema de implantación por áreas de trabajo en el relleno sanitario del cantón Antonio Ante. Elaborado por: El Autor

El esquema se realizó a través del software libre AutoCAD 2020, considerando los parámetros técnicos constructivos que dispone la Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios (2012). La separación de los terrenos colindantes es de 20 metros para la implantación de celdas, lo que influye directamente con la disposición de residuos sólidos y la operación de la maquinaria del relleno sanitario.

#### 5.46. Diseño de las celdas

El método ideal para la topografía del terreno y la optimización del espacio es combinar dos métodos de construcción (zanja y área), las técnicas son similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el lugar y el material de cobertura, así para desarrollar una técnica que ya se ha implementado en el cantón y obtener mejores resultados, el terreno cumple con la topografía y las condiciones físicas para la correcta operación.

Este método consiste en combinar los métodos de zanja y área, puesto que presentan técnicas similares de operación. Su importancia radica en el mejor aprovechamiento del terreno y el material de cobertura, a continuación, tenemos el detalle de cada una las celdas y la capacidad de volumen a disponer.

- Dimensionamiento celda número uno

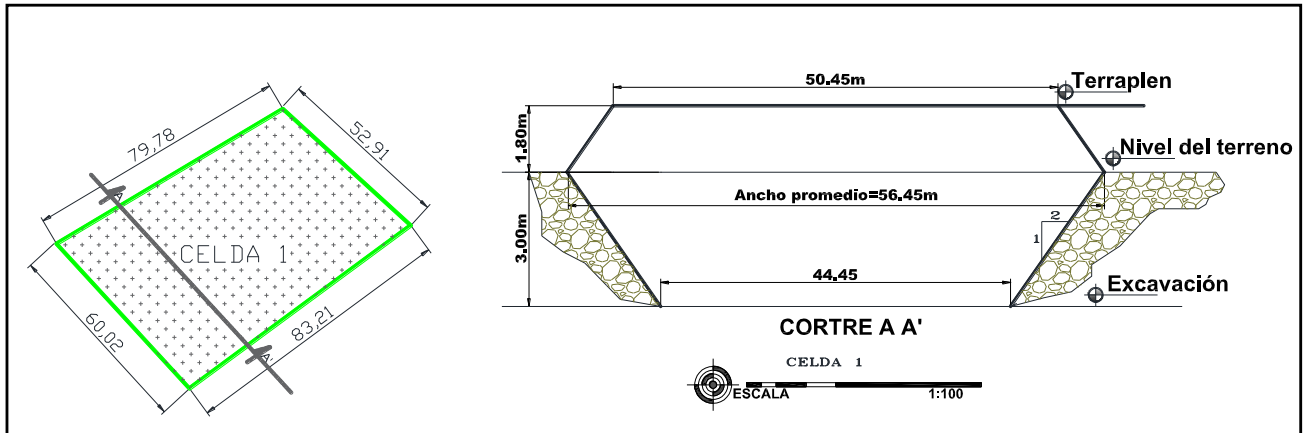


Figura 34. Esquema celda número uno. Elaborado por: El Autor

El diseño de la celda número uno en el terreno seleccionado se realizó de acuerdo con el método ya mencionado, la celda cuenta con una relación 2 Horizontal;1 Vertical en la tabla 32 podemos observar las dimensiones:

Tabla 32.

Medidas Celda número 1.

Diseño celda N°1	Método	
	Zanja	Área
Base mayor (m)	56,45	56,45
Base menor (m)	44,45	50,45
Altura h (m)	3	1,80
Longitud promedio (m)	81,50	81,50
Área	151,35	96,21
Volumen (m <sup>3</sup> )	12 335,03	7 841,12
Total volumen (m <sup>3</sup> ) celda N°1	20 176,14	

Elaborado por: El Autor

La capacidad total volumen de celda es de 20 176,14 metros cúbicos y la vida útil es alrededor de tres años, dependiendo de los días de trabajo, la recolección de residuos sólidos, la capacidad operativa del relleno sanitario.

- Dimensionamiento Celda número dos

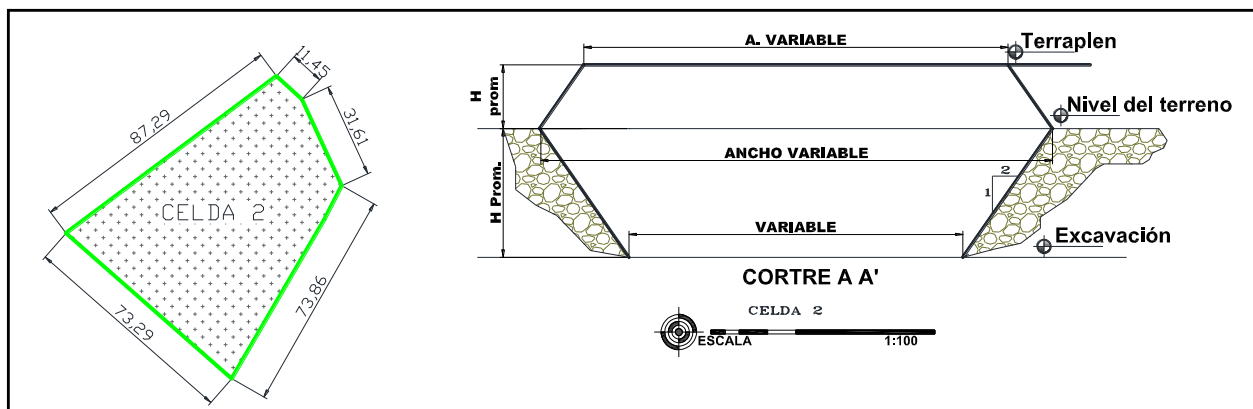


Figura 35. Esquema de celda número dos. Elaborado por: El Autor

El diseño de la Celda número 2, es irregular, corresponde a la ubicación estratégica en la topografía del terreno de acuerdo con la ubicación de celdas en el área con una relación 2H;1V en la tabla 33 podemos observar las dimensiones:

Tabla 33.

Medidas Celda número 2.

Diseño celda N°2	Método	
	Zanja	Área
Base mayor (m)	variable	variable
Base menor (m)	variable	Variable
Altura h (m)	3	1,50
Longitud promedio (m)	variable	variable
Área	4 582	4 582
Volumen (m <sup>3</sup> )	13 746	6 873
Total volumen (m <sup>3</sup> ) celda N°2	20 619	

Elaborado por: El Autor

La capacidad total de volumen celda es 20 176,14 metros cúbicos y la vida útil es de tres años, esto depende de los días de trabajo, la recolección de residuos, la capacidad operativa del relleno sanitario.

- Dimensionamiento Celda número tres

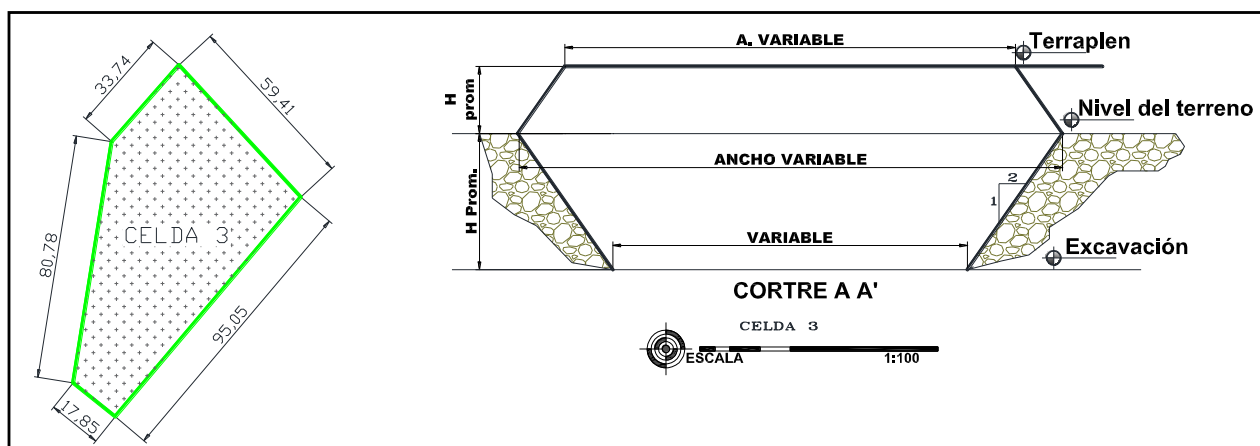


Figura 36. Esquema Celda número 3. Elaborado por: El Autor

El diseño de la Celda número 3, es irregular corresponde a la ubicación estratégica en la topografía del terreno de acuerdo con la ubicación de celdas en el área con una relación 2H;1V en la tabla 34 podemos observar las dimensiones:

Tabla 34.

Medidas Celda número 3.

Diseño celda N°3	Método	
	Zanja	Área
Base mayor (m)	variable	variable
Base menor (m)	variable	Variable
Altura h (m)	3	1,50
Longitud promedio (m)	variable	variable
Área	4 455	4 455
Volumen (m <sup>3</sup> )	13 365	6 682,50
Total volumen (m <sup>3</sup> ) celda N°3	20 047,50	

Elaborado por: El Autor

La capacidad total de volumen celda es de 20 047,50 metros cúbicos y la vida útil es de tres años aproximadamente, dependiendo de los días de trabajo, la recolección de residuos, la capacidad operativa del relleno sanitario.

- Dimensionamiento Celda número cuatro

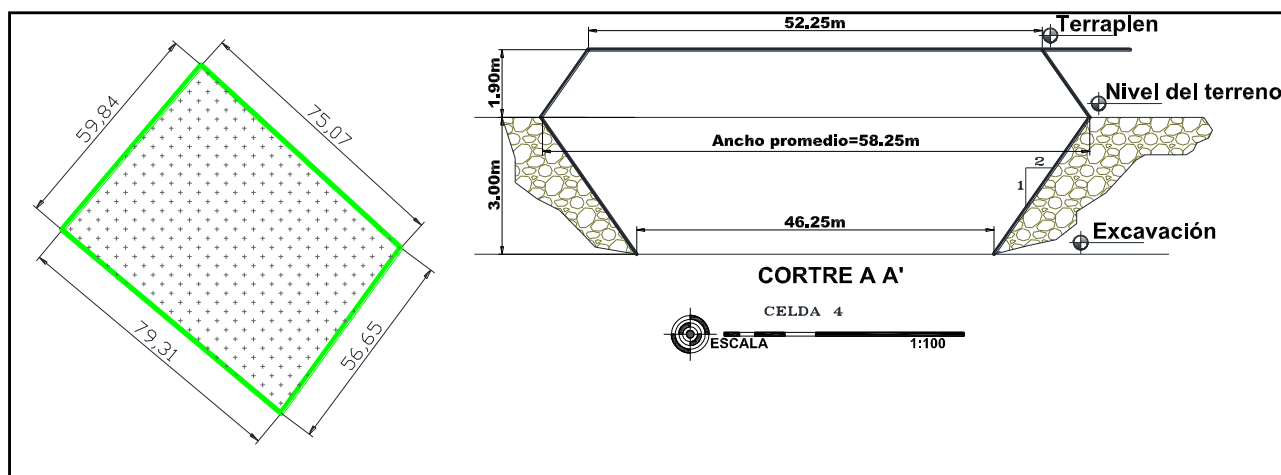


Figura 37. Esquema Celda número 4. Elaborado por: El Autor

El diseño de la Celda número 4 en el terreno seleccionado corresponde estratégicamente a la optimización del área de acuerdo con la topografía, la celda cuenta con una relación 2H:1V en la tabla 35 podemos observar las dimensiones:

Tabla 35.

*Medidas celda número 4.*

Diseño celda N°4	Método	
	Zanja	Área
Base mayor (m)	58,25	58,25
Base menor (m)	46,25	52,25
Altura h (m)	3	1,90
Longitud promedio (m)	77,20	77,20
Área	156,75	104,98
Volumen (m <sup>3</sup> )	12 101,10	8 104,07
Total volumen (m <sup>3</sup> ) celda N°4	20 205,17	

Elaborado por: El Autor

La capacidad total de volumen celda es de 20 047,50 metros cúbicos y la vida útil es de tres años aproximadamente, esto depende de los días de trabajo, la recolección de residuos, la capacidad operativa del relleno sanitario.

- Dimensionamiento Celda número cinco

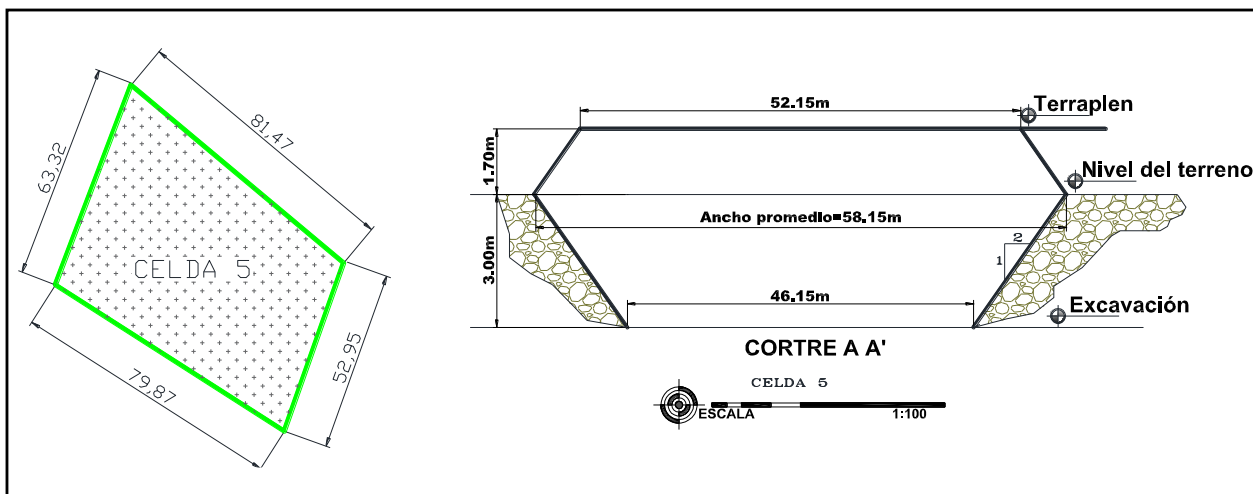


Figura 38. Esquema Celda número 5. Elaborado por: El Autor

El diseño de la Celda número 5 en el terreno seleccionado corresponde estratégicamente a la optimización del área de acuerdo con la topografía, la celda cuenta con una relación 2H:1V en la tabla 36 podemos observar las dimensiones:

Tabla 36.

Medidas Celda número 5.

Diseño celda N°5	Método	
	Zanja	Área
Base mayor (m)	58,15	58,15
Base menor (m)	46,15	52,15
Altura h (m)	3	1,70
Longitud promedio (m)	80,65	80,65
Área	156,45	93,76
Volumen (m <sup>3</sup> )	12 617,69	7 561,34
Total volumen (m <sup>3</sup> ) celda N°5	20 179,03	

Elaborado por: El Autor

La capacidad total de volumen celda es de 20 179,03 metros cúbicos y la vida útil es de tres años aproximadamente, esto depende de los días de trabajo, la recolección de residuos, la capacidad operativa del relleno sanitario.

#### 5.47. Vida útil del relleno sanitario

La generación de residuos sólidos actualmente en el año 2020 es de 28 t/día que reciben el tratamiento y disposición final, de los cálculos de diseño se proyecta un tiempo de vida útil para relleno sanitario de 15 años, en el año 2035 la generación de residuos será de 46,82 t/día cuya capacidad operativa del relleno se encuentra diseñada para el correcto funcionamiento con el diseño de celda 5 para el cierre final.

#### 5.48. Vida útil de celda en años de servicio

Cada celda se encuentra diseñada para albergar 20 000 metros cúbicos, el tiempo aproximado de vida útil es de tres años esto depende de la capacidad operativa del relleno sanitario, los días de trabajo, la recolección de los residuos sólidos, etc. La construcción de celdas de cada una de las celdas en el espacio requerido corresponde al 5% del total de volumen que se generará en 15 años en el cantón Antonio Ante.

#### 5.49. Generación de lixiviados

Debido al proceso de descomposición de los residuos, combinado con el ingreso de agua lluvia, genera un flujo de líquido que por gravedad irá hacia el fondo del relleno, se deberá instalar con malla de geo membrana para la correcta impermeabilización, contará con un sistema de recolección para evitar el aumento de presión de poros dentro de la masa de residuos, lo que causaría inestabilidad, y para permitir el tratamiento adecuado del líquido de lixiviados.

Para la determinación del caudal a generarse como líquido percolado en el relleno sanitario del cantón Antonio Ante tomando como referencia la precipitación media anual en la estación meteorológica (INAMHI) M0021 localizada en Atuntaqui fue referente de la precipitación media anual del año 2015 con 728,3 mm realizando su respectivo análisis:

$$Q = \frac{1}{31536000} * 728,3mm * 60\ 000m^2 * 0,20$$
$$Q = 0,27m^3/día$$

Se ubica una capa que actúa como filtro para impedir el paso de materia sólida de tamaños grandes, y permitir la percolación del lixiviado.

Se instalan sistemas de captación con tuberías perforadas para recoger el lixiviado y conducirlos a los distintos procesos de depuración y estabilización, y para su recirculación.

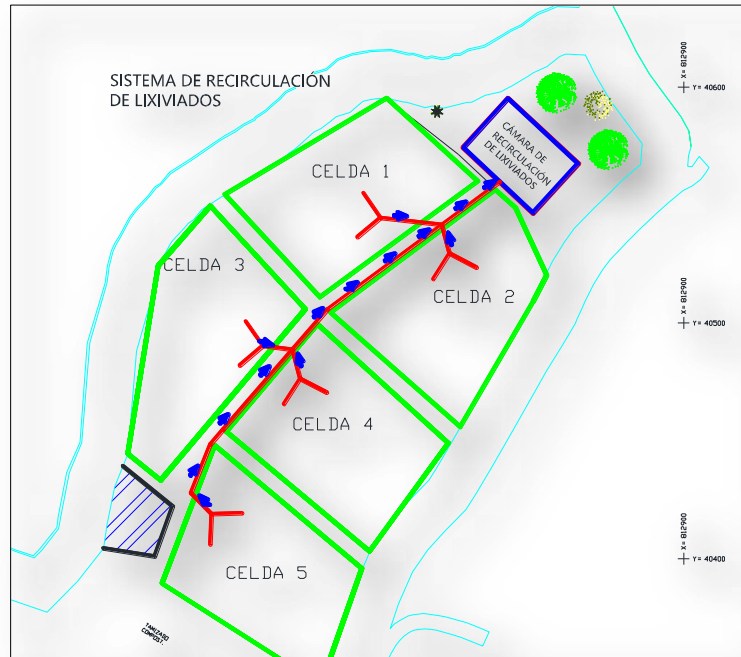


Figura 39. Esquema de circulación de lixiviados. Elaborado por: El Autor

El sistema de drenaje consiste en una capa permeable sobre la impermeabilización inicial, que actúe como filtro y facilita el flujo de lixiviados pero que impida el paso de residuos sólidos. Por tanto, esta capa será conformada por cantos rodados o gravas con una permeabilidad (K) mayor a  $10^{-1}$  cm/s. Se recomienda material granular de diámetro entre 3 y 7 cm. Dentro de este se ubica el conducto que transporta a los lixiviados, generalmente una tubería de PVC de 6”.

#### 5.50. Celda de residuos hospitalarios

La propuesta de la implementación del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante de acuerdo con el COTAAD dispone a los GAD'S la facultad del tratamiento de los residuos hospitalarios, infecciosos y patológicos en base a datos de la Unidad de Gestión Ambiental del GAD-Municipal de Antonio Ante se realizó una extrapolación simple tomando en consideración la generación de dos años atrás para calcular hasta el año 2035 el diseño de una celda especial para la recepción de dichos residuos.

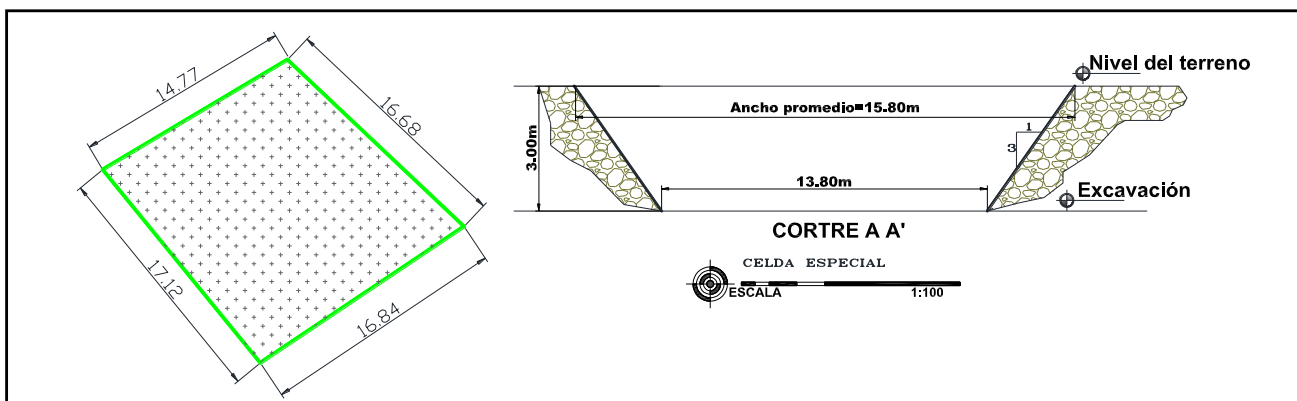


Figura 40. Esquema celda de residuos peligrosos. Elaborado por: El Autor

De acuerdo con especificaciones técnicas, contará con una cubierta de estilpanel que está colocada sobre una estructura metálica, dicha celda estará impermeabilizada, debido a que los residuos no cuentan con un tratamiento previo, estos no generan lixiviados en esta celda, una vez que llegan los residuos a la celda, estos serán depositados conformando una celda diaria, la cual es confinada con material de cobertura (arena) y posteriormente se coloca carbonato de calcio (cal), este material tiene una propiedad bactericida y nos ayuda en el control de malos olores en este sitio, además se manifiesta que la vida útil de esta celda coincide con la vida útil del relleno, en un tiempo de 15 años aproximadamente.

Tabla 37.

*Medidas de celda residuos peligrosos.*

Diseño celda N°6	Método
	Zanja
Base mayor (m)	15,80
Base menor (m)	13,80
Altura h (m)	3
Longitud promedio (m)	16,90
Área	44,40
Volumen (m3)	750,36

Elaborado por: El Autor

#### 5.51. Planta de aprovechamiento de compostaje

La densidad aparente del material orgánico según Gordillo (2010), está entre 400 y 700 kg/m<sup>3</sup>, para lo cual se tomó un valor promedio para realizar el diseño de la planta de compostaje, se determinó el volumen que genera el cantón Antonio Ante en relación con el material orgánico, proponiendo un sistema semi cerrados que combina la aireación forzada y el volteo semi mecanizado para transformar la materia orgánica en un producto nutritivo para su aprovechamiento agronómico. Para lo cual se tiene que aportar con una estructura tipo invernadero, donde se introduce el material estático en forma de pilas, pero que cuenta con mecanismos de volteo mecanizados, mezcla, aireación, aumentando la velocidad del proceso y la posibilidad del trabajo continuo.

Tabla 38.

*Generación y volumen de la fracción orgánica para realizar compostaje.*

Parroquias	t/día	t/mes	t/tres meses	m <sup>3</sup> /tres meses
Imbaya	0,28	3,33	10	18,18
Chaltura	0,65	7,81	23,43	42,60
Natabuela	1,07	12,80	38,39	69,81
Atuntaqui Andrade Marín	6,57	78,85	236,54	430,07
San Roque	2,31	27,68	83,04	150,97
Total	10,87	130,46	391,39	711,63

Elaborado por: El Autor

Para la propuesta del diseño de la planta de compostaje en el terreno seleccionado, se tomó en cuenta los días que realizan la recolección diferenciada en el cantón Antonio Ante que corresponde a la fracción orgánica de los días lunes, miércoles y viernes, mientras tanto que los días martes y jueves realizan la recolección de la fracción inorgánica, entonces se debe contar con un área total de 667,15 metros cuadrados que tiene que ser pavimentada con acceso vehicular para la operación de un bobcat que cuenta con un diámetro de cuchara de 1 metro cúbico, la altura máxima de carga para el volteo de las pilas es de 2,32 m, asignar un área para la reclasificación del material orgánico, la altura de las pilas deben tener una altura aproximada de 1,60 m y la longitud alrededor de 4 m, se debe contar con tres operadores para el correcto funcionamiento de la planta, el tiempo estimado para el aprovechamiento de compost es de tres meses, realizando el volteo cada dos días de la formación de las pilas que son 55 pilas.

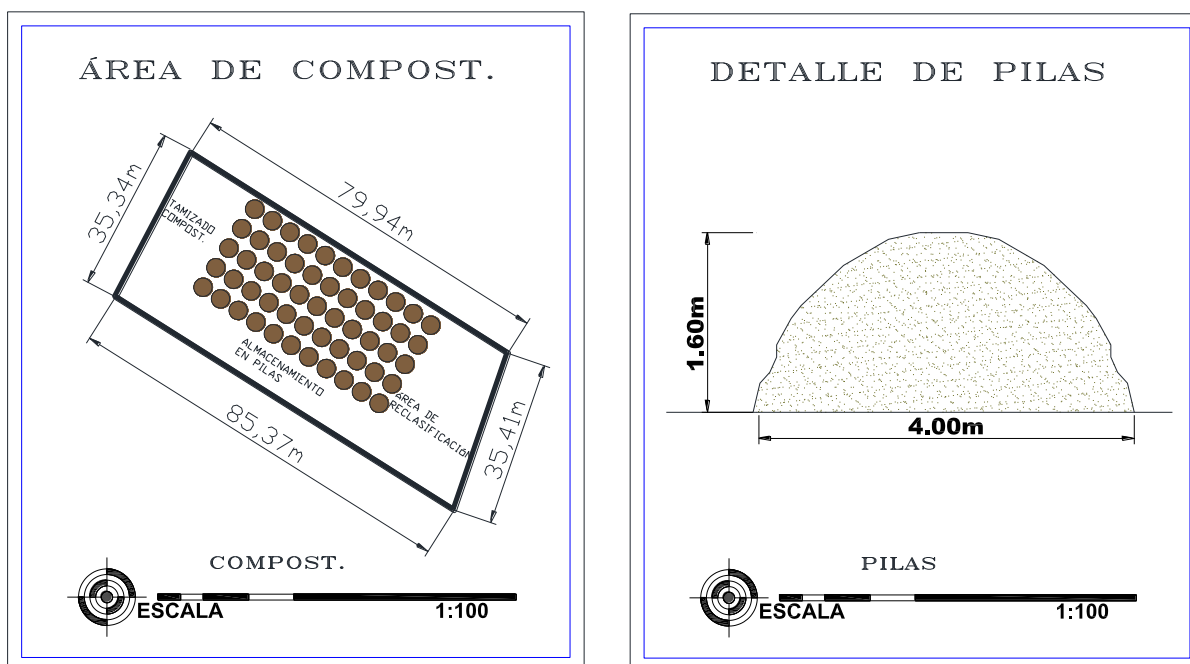


Figura 41. Esquema planta de compostaje. Elaborado por: El Autor

Factores por considerar en la realización de compostaje:

- **Microorganismos:** en el compostaje intervienen diversas especies de bacterias en el grupo de *Pseudomonas fluorescens*, hongos el género de *Actinomyces*, *Aspergillus niger* y *Streptomyces sp*, cuyas poblaciones se suceden a lo largo de las distintas fases del proceso
- **Humedad:** es uno de los principales parámetros a controlar, ya que en los casos en que resulte excesiva, el agua desplazará al aire contenido en los espacios intersticiales dando lugar a reacciones de anaerobiosis, lo que además de reducir la velocidad del proceso, suele generar malos olores. Los niveles óptimos de humedad están comprendidos entre 40 y 60%
- **Temperatura:** varía ampliamente a lo largo del compostaje, y resulta también de gran importancia para el control de las poblaciones microbianas predominantes en las distintas fases del proceso. Un requisito importante es que en la fase termófila se alcancen temperaturas suficientemente altas (60–70°C), capaces de reducir la población de microorganismos patógenos (higienización)
- **Aireación:** dado que el compostaje es un proceso de oxidación, resulta imprescindible la presencia de un nivel adecuado de aire y por tanto de oxígeno, para lo cual se recurre al volteo periódico o a la ventilación forzada de las pilas. Cuando la aireación es insuficiente la fracción orgánica se descompone lentamente y de forma anaerobia, originando malos olores, menores temperaturas y un material de mala calidad

- **Tamaño de partícula:** dado que la actividad microbiana se desarrolla principalmente en la superficie de las partículas, cuanto mayor es la superficie del sustrato mayor será la rapidez del ataque microbiano. No obstante, un tamaño muy fino de partícula no es conveniente debido a los riesgos de compactación del sustrato, lo que dificultaría una aireación adecuada. Los tamaños de partículas considerados óptimos oscilan entre 1 y 5 cm
- **pH:** este parámetro afecta a las reacciones enzimáticas, de ahí que sea también un indicador importante de la evolución del compostaje. Las reacciones que más influyen en el pH son las de liberación de CO<sub>2</sub>, de ácidos orgánicos y de iones alcalinos
- **Relación C/N:** se precisa que en la mezcla inicial este parámetro presente un valor entre 25 y 30. Cuando los subproductos del sustrato superan el nivel de 30 denotan unos materiales ricos en carbohidratos y pobres en compuestos nitrogenados, y en tales circunstancias las reacciones biológicas se ralentizan por falta de nitrógeno, mientras que si la relación es inferior a este rango, el nitrógeno puede perderse por volatilización en forma de amoníaco, especialmente a pH alcalino y temperaturas elevadas. En general, se debe garantizar que exista una proporción considerable de nitrógeno disponible y necesario para el desarrollo de la actividad microbiana que interviene en la descomposición del material orgánico
- **Naturaleza química del sustrato:** la naturaleza de los compuestos estructurales influye en la velocidad del proceso de degradación. Así, cuando predominan los compuestos tales como la lignina, celulosa, grasas, etc. la degradación de los subproductos es mucho más lenta que cuando predominan los compuestos orgánicos de bajo peso molecular. Asimismo, el contenido y proporción de los nutrientes esenciales para el metabolismo microbiano (carbono, nitrógeno, fósforo, micro elementos, etc.) también presentan una gran influencia en la velocidad del compostaje

## 5.52. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos a través en la presente investigación, se ha desarrollado la propuesta de implementación del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante. Para la obtención de los datos se realizó una extrapolación futura para considerar el número de habitantes, con una proyección hasta el año 2035 y de esta manera calcular la generación aproximada de residuos sólidos.

Tavares (2011), propone un análisis multicriterio para identificar potenciales áreas para establecer un relleno sanitario mancomunado en la provincia del Azuay basada en Sistema de Información Geográfica (GIS), de forma que satisfaga los requerimientos impuestos en la definición de criterios de idoneidad básicos a escala regional que se fundamentaron en la normativa nacional CONFIBSIG 2017 – Universidad del Azuay 6 vigente, estudios previos y a la disponibilidad de información. Estos criterios encajan en tres de los cuatro factores estipulados por el Ministerio del Ambiente (2015), como son: ambientales, técnicos y sociales, mientras tanto la evaluación de los sitios para la propuesta de implementación del relleno Sanitario del cantón Antonio Ante, se realizó a través la Guía General para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios donde se analizaron de manera exhaustiva cada uno de los aspectos, técnicos, ambientales y sociales en los terrenos a evaluarse, para su calificación en un rango correspondiente con el fin de elegir la mejor alternativa, en una jerarquía establecida. Además, de seleccionar el terreno mejor puntuado para la selección del área.

El relleno sanitario propuesto por Charpentier (2018), en de la Zona de Intag, propone el diseño combinado en un área de terreno de 8 ha, estableciendo los parámetros propuestos por la Organización Panamericana de la Salud en su Manual de Diseño (OPS/CEPIS, 2002), con el fin de la optimización del espacio y el aprovechamiento del área para la disposición final de residuos sólidos. De acuerdo con esta investigación, el modelo de diseño para la propuesta del cantón Antonio Ante toma como referencia el mismo modelo aplicado en un terreno cuya extensión es de 10,6 ha para la optimización del área y la correcta operación del relleno cuya experiencia se lleva a cabo en la construcción de las celdas y considerando los parámetros constructivos.

El relleno sanitario del cantón Pedro Moncayo tomó un incremento del 1% de la producción per cápita, la generación de residuos para el año 2019 es 15,44 toneladas/día con 40 228 habitantes y para la finalización del período de diseño, año 2029 es 21,36 toneladas/día, con 51 195 habitantes tomando en cuenta una densidad de compactación de 500 kg/m<sup>3</sup>, el volumen de residuos acumulado en disposición final para los 10 años de vida útil es de 14 6591,14 m<sup>3</sup> (sin % de cobertura). En la propuesta de implementación del relleno sanitario del cantón Antonio Ante,

considerando el análisis correspondiente, se efectuó un incremento similar del 1% de la producción per cápita, la generación de residuos el año 2020 es de 28,77 ton/día con una población de 56 033 habitantes y para la finalización del proyecto es de 46,28 ton/día, en la población final 81 867 habitantes, tomando en consideración una densidad de compactación de 800 kg/m<sup>3</sup>, en base a un análisis técnico del GAD Municipal de Antonio Ante y un volumen generado en 15 años de 100 000 m<sup>3</sup> el área requerida necesaria es de 6 hectáreas para la construcción de celdas y espacio suficiente para la implantación del relleno sanitario. En el análisis de residuos sólidos realizados en los cantones de Pedro Moncayo en Pichincha y Antonio Ante en Imbabura la implantación del relleno sanitario, de acuerdo a la Normativa Ambiental vigente en el Ecuador, corresponde al relleno efectuado en Tabacundo el área de 1,6 ha en un método combinado de zanja y área, mientras tanto la propuesta del cantón Antonio Ante cuenta un área de 10,7 ha para establecer un método combinado de zanja y área para la optimización del espacio es una técnica muy utilizada para la optimización del área y muy eficaz para la disposición final de residuos sólidos.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

- Del muestreo estadístico aleatorio realizado de acuerdo con la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Organización Panamericana de la Salud, en el cantón Antonio Ante se determinó la producción per cápita por cada parroquia, los resultados son los siguientes: Atuntaqui y Andrade Marín: 0,60 kg/hab/día, Imbaya: 0,52 kg/hab/día, Chaltura: 0,48 kg/hab/día, Natabuela: 0,49 kg/hab/día, San Roque: 0,52 kg/hab/día
- El nivel de confianza es de los datos obtenidos poseen un nivel del 98-99%.
- El peso volumétrico "in situ", de la operación del cuarteo de residuos sólidos de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-AA-19-1985, tomando como referencia un promedio, el resultado para la parroquia urbana de Atuntaqui y Andrade Marín es de 186,85 kg/m<sup>3</sup>, para San Roque es de 89 kg/m<sup>3</sup>, para Natabuela de 79 kg/m<sup>3</sup>, para Chaltura de 68,29 kg/m<sup>3</sup> y para Imbaya de 59,73 kg/m<sup>3</sup>, se puede inferir que la diferencia del peso volumétrico se debe a la composición de residuos de cada parroquia; es decir, la parroquia urbana posee un porcentaje de residuos orgánicos mayor a diferencia de las otras parroquias rurales situación que ocasiona que tenga un peso volumétrico mayor.
- Considerando un incremento del 1% de la producción per cápita para las cinco parroquias, la generación de residuos para el año 2020 es de 27,88 toneladas/día y para la finalización del período de diseño, en el año 2035 es 46,82 toneladas/día. Tomando en cuenta el mismo porcentaje de recolección de residuos que es el 78,23% y una densidad de compactación de 800 kg/m<sup>3</sup>, el volumen de residuos acumulado en disposición final para los 15 años de vida útil es de 100 000 m<sup>3</sup> (con material de cobertura). El área requerida para la utilización del relleno sanitario es de 6,16 ha.
- La localización de los sitios se realizó por medio del programa Google Earth y un análisis exhaustivo con la Dirección de Planificación del GAD Municipal de Antonio Ante revisando el catastro de Expansión Urbana y Rural para localizar los terrenos que posteriormente fueron analizados de manera que cumplan con las condiciones para establecer el relleno sanitario, con lo que se define un terreno óptimo que se encuentra en la parroquia rural de Chaltura, sector el Incario que fue examinado técnicamente para albergar la propuesta del relleno sanitario del cantón Antonio Ante.

El análisis preliminar necesario e indispensable para establecer el relleno sanitario se detalla a continuación:

- Estudio topográfico: El levantamiento topográfico fue realizado por la dirección de planificación del GAD-Municipal de Antonio Ante la topografía cada metro de distancia, se puede evidenciar que las curvas de nivel del terreno varían entre 2 347,00 a 2 218,00 msnm
- Estudio de suelo: el área de estudio está compuesto principalmente por el suelo franco y franco arenoso la particularidad de este tipo es que la permeabilidad es media-baja, la capacidad de retención es media, la aireación es buena, en nutrientes es medio alto y el tamaño de las partículas son finas. De acuerdo con Vilca (2018), la localización del predio se encuentra en una zona de susceptibilidad baja en cuanto a la ocurrencia de un movimiento en masa, lo que permite definir una zona estable
- Análisis de Suelo: el nivel freático se encuentra a profundidades mayores a 30m
- Climatológico: se pueden identificar dos estaciones definidas: una donde las lluvias son más abundantes en el mes de enero a abril y el segundo período durante los meses de octubre a diciembre. Los meses de agosto y septiembre son los que presentan el mayor valor de temperatura, mientras que los meses de mayo y julio son los que presentan valores ligeramente más bajos con respecto a la media anual
- Hidrológico: la zona de estudio no presenta sistemas hídricos significativos al contar con un clima semi-árido, por lo tanto, el campo hídrico no representa amenazas significativas para la ejecución de obras civiles
- La producción de lixiviados generados en la disposición de residuos sólidos es de  $0,27\text{m}^3/\text{día}$  para el año 2020, considerando la precipitación media anual para el cantón las características del lugar de emplazamiento, de los residuos, material de cobertura y egresos de agua a partir de la reacción de formación de lixiviados.

## **CAPITULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

- Mejorar la recolección de residuos sólidos en el cantón Antonio Ante a través de la adquisición de al menos dos vehículos para la recolección, para brindar el servicio a distintos sitios donde no lo existe.
- Fortalecer la recolección diferenciada en el cantón para el aprovechamiento del componente orgánico, así como para permitir el alargamiento de vida útil del relleno sanitario y el aprovechamiento de compostaje que permita generar fuentes de empleo además de contribuir con el compost en diferentes áreas verdes de la ciudad y quien corresponda hacer uso de este.
- Considerar un Estudio de Impacto Ambiental Ex Ante para la construcción y/u operación del relleno sanitario, tomando en cuenta un plan de manejo ambiental donde se establezca los mecanismos para la operación, mantenimiento para la puesta en marcha del relleno sanitario además de las medidas de cierre y abandono del área desde de que se culmine su vida útil.
- Establecer una escombrera en el cantón Antonio Ante para la disposición final adecuada de estos residuos ya que se puede observar en las aceras de vías los residuos, y que en los posterior terminan en quebradas, lechos de río, etc. Realizar una correcta disposición en sitios autorizados por el GAD-Municipal de Antonio Ante.
- Brindar charlas de educación ambiental a los habitantes del cantón Antonio Ante para la sensibilización de las 3 R, Reducir, Reutilizar y Rechazar para un correcto y adecuado manejo de los residuos en escuelas, colegios, gremios, y población en general para la minimización de residuos sólidos y el aprovechamiento de estos.

## CAPITULO VIII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia Alemana de Cooperación Técnica. (2014). Manual de construcción y operación de rellenos sanitarios en Honduras
2. AIDIS, 2006. Revista de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. Volumen 1
3. Alejandra M; Natalia M; 2017. Diagnóstico del manejo de residuos sólidos en al Parque Histórico Guayaquil
4. Almorox, J. (2012). Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y ETR. Obtenido de <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieriaymedioambiente/contenidos/evapotranspiraciones/metodosevapotranspiraciones.pdf>
5. Asociación de Municipalidades del Ecuador (2014). Recuperador por: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_ConsProvinciales\\_2014/Municipios2014/201412\\_GADS%20MunicipalesDocumentoTecnicoDeResultados.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Municipios_ConsProvinciales_2014/Municipios2014/201412_GADS%20MunicipalesDocumentoTecnicoDeResultados.pdf)
6. Cantahede. A (2006). Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. Organización Panamericana de la Salud. Seminario Taller Gestión Ambiental a nivel Municipal. Lima, Perú CEPIS-OPS-OMS
7. CELAEP. (2014). Análisis comparativo de uso de suelo
8. CELAEP. (2015). Consultoría de “Actualización y sistematización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura”
9. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD (2018)
10. Colomer. F, Gallardo. A. (2007). Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Publicado por: Universidad Politécnica de Valencia
11. Charpentier Andrea; Freire Jorge (2018). Ubicación y Diseño de un Relleno Sanitario para la Zona de Intag, Cantón Cotacachi, Ecuador. Obtenido de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14115/1/T-ESPE-057844.pdf>

12. DED - Deutscher Entwicklungsdienst Ilustre Municipalidad de Loja Servicio Alemán de Cooperación Social- Técnica (2002)
13. Esquinca, F., Escobar, J. L., Hernández, A., & Villalobos, J. J. (2015). Caracterización y generación de los residuos sólidos de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
14. FLORES, Dante. Guía Práctica No. 2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Quito Ecuador. Guía Práctica No.2. marzo 2001; pág. 8-12
15. Francisco José Colomer Mendoza; Antonio Gallardo Izquierdo; (2007) Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Universidad Politécnica de Valencia (España)
16. GAD Municipal de Antonio Ante. (2014). Gestión Ambiental. Obtenido de: <https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/avanzamos/gestion-ambiental>
17. García, L. (2015). Metodologías para desarrollar estudios de impacto ambiental. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodologias-para-desarrollarestudios-de-impacto-ambiental/>
18. Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Antonio Ante 2014. Plan de Gestión de Residuos Sólidos para el cantón Antonio Ante provincia de Imbabura.
19. Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Antonio Ante, (2019). Auditoría Ambiental de Cumplimiento del Proyecto de Relleno Sanitario del cantón Antonio Ante periodo 2015-2017
20. Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Antonio Ante. “Unidad de Gestión Ambiental” (2007). Logros alcanzados tomando en cuenta las líneas estratégicas recuperado por: <https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/index.php/component/tags/tag/28-gestion-ambiental-antonio-ante>
21. Gordillo, F. (2018). Evaluación comparativa de la calidad de compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros
22. Grésely, I. (2017). Estudio de factibilidad para la implementación de un relleno sanitario en la Parroquia Camarones
23. Gutiérrez V, Peñaranda L, Rodríguez, Limachi G Realp, E., (2012). Guía para el Diseño Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios

24. Ibanez, S., Moreno, H., & Blanquer, J. (2013). Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de Métodos para la determinación del coeficiente de escorrentía (c): <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10781/Coeficiente%20de%20escorrent%C3%ADa.pdf>
25. IEE. (2013). Generación de geo información para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25000. Antonio Ante
26. IEE. (2017). <http://www.ideportal.iee.gob.ec>. Obtenido de <http://www.ideportal.iee.gob.ec>: <http://www.ideportal.iee.gob.ec/visorIEE/composer/>
27. INAMHI. (2015). Geo información Hidrometeorológica. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/geoinformacion-hidrometeorologica/>
28. INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Quito: INAMHI. 1963-2010 Anuarios y Documentos
29. INSTITUTO ESPACIAL ECUATORIANO, (2013), Memoria técnica, zonas hidrológicas homogéneas a nivel nacional.
30. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010). Recuperado por: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
31. Jaramillo, J. (2012). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Antioquia: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
32. Jaramillo, J., Cepeda, F., & Ops. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, 10. Recuperado por: <http://cdam.minam.gob.pe:8080/handle/123456789/294>
33. Lara, D. (2014). Estudio de Impacto Ambiental ex post para la gestión de desechos peligrosos (hospitalarios y pilas primarias usadas). Recuperado por: <https://maeimbabura.files.wordpress.com/2015/03/esia-residuos-peligrosos-aa.pdf>
34. Loaiza X. Silva.Q (2006). Fundamentos del manejo de los residuos urbanos. Colección sénior 24. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. España
35. MAE. (2013). Informe De Gestión MAE-PNGIDS 2010-2013. Programa Nacional De Gestión Integral De Desechos Sólidos. The Effects of Brief Mindfulness Intervention on

Acute Pain Experience: An Examination of Individual Difference, 1, 1–7.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

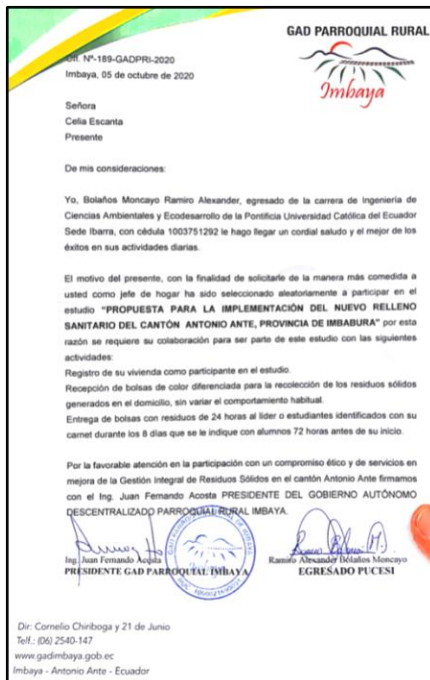
36. Manzano, M. (2008). Hidrología subterránea (ITOP)/ hidrogeología (ITM). Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena: [https://www.upct.es/~minaees/hidrogeologia\\_1.pdf](https://www.upct.es/~minaees/hidrogeologia_1.pdf)
37. MINAM (Perú). Resolución 457-2018. “Guía para la Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales”
38. MINAM. Resolución 457-2018. “Guía para la Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales”
39. Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca MAGAP, (2014). Estudio preliminar hidrográfico en el cantón Antonio Ante. Obtenido por: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA1/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/IMBABURA/ANTONIO\\_ANTE/IEE/MEMORIAS\\_TECNICAS/mt\\_antonio\\_ante\\_clima\\_hidrologia.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA1/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/IMBABURA/ANTONIO_ANTE/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_antonio_ante_clima_hidrologia.pdf)
40. Ministerio de Ambiente Ecuatoriano. (2015). Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Ministerio del Ambiente Ecuatoriano. Quito: Especial. Recuperado el mayo de 2017, de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>
41. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. República de Santo Domingo. (2017). Manual de Caracterización y Proyección de los Residuos Sólidos Municipales
42. Ministerio del Medio Ambiente y Agua MNA y A/VAPSB/DGGIRS (2012). Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios
43. Moreta. R; Gaibor. I; Barrera. L. (2017). Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Publicado por: Universidad Católica del Norte Antofagasta, Chile
44. PDOT Antonio Ante. (2015). Actualización y sistematización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Antonio Ante de la Provincia de Imbabura 2015-2030. Antonio Ante
45. PDOT. (2011). Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Antonio Ante “Avanzamos” 2012-2030. Obtenido de

[https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/images/PDF/plan\\_desarrollo\\_cantonal\\_2011.pdf](https://www.antonioante.gob.ec/AntonioAnte/images/PDF/plan_desarrollo_cantonal_2011.pdf)

46. Reguant.F. Torrado. E. (2016) PROBLEMÁTICA, CLASIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Murcia-España
47. Rondón E; Marcel S; Juan P; Eduardo C, Alejandro G; (2016). Guía general para la gestión de Residuos Domiciliarios. CEPAL N° 2. Publicación de las Naciones Unidas ISSN 2518-3923. Impreso en Naciones Unidas, Santiago S.15-00804
48. Sandoval L, (2008). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado. (MINAM), publicado en el diario oficial El Peruano
49. SIGAPRO.S, (2013). Archivos de información geográfica. Obtenido de <http://sni.gob.ec/coberturas>
50. Tavares, G., Zsigraiová, Z., & Semiao, V. (2011). Multi-criteria GIS-based siting of a incineration plant for municipal solid waste. Waste Managment. doi:10.1016/j.wasman.2011.04.013
51. Tchobanoglous, G. (1994). Gestión integral de residuos sólidos. España
52. Teca, D. (2013). Estudio de selección de Aditivos Tensoactivos para el tratamiento de los Lixiviados generados en el Relleno Sanitario del Cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1993>
53. Vilca S. (2018). Utilización de un sistema de información geográfica para establecer zonas de afectación por amenazas de deslizamiento en el cantón Antonio Ante
54. Zanello, C. M. Z. S. A. (2017). Disposición final de residuos sólidos municipales (RSM)

## ANEXOS

### Anexo 1. Invitación al estudio para la caracterización de residuos sólidos urbanos



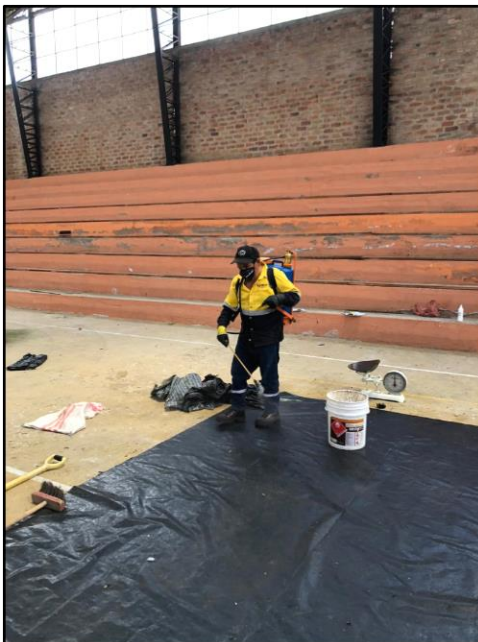
### Anexo 2. Entrega de fundas plásticas para la recolección de residuos sólidos urbanos



### Anexo 3. Retiro de muestras para la caracterización de residuos sólidos urbanos



### Anexo 4. Desinfección del área de trabajo, y muestras de residuos





Anexo 5. Cuarteo de residuos sólidos



Anexo 6. Inspección a mercados del cantón Antonio Ante



Anexo 7. Modelo de encuesta aplicado a jefes de hogar

 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR "SEDE IBARRA"		 PUCE	
Nombre: <u>Mario Montalvo</u>		Fecha: <u>11-01-2020</u>	
Parroquia: <u>Patabarón</u>			
Encuesta aplicada a los participantes del proyecto "Propuesta para la implementación del nuevo relleno sanitario del cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura"			
1.- ¿De cuántas personas está conformada su domicilio?			
1	2	3	4 <input checked="" type="checkbox"/> 5 7 8 o mas
2.- ¿Cómo califica la gestión que ha realizado el municipio de Antonio Ante respecto al manejo integral de residuos sólidos?			
Excelente	Buena <input checked="" type="checkbox"/>	Mala	
3.- ¿Dispone de los recipientes adecuados para la recolección diferenciada de los residuos sólidos en su domicilio?			
Si	No <input checked="" type="checkbox"/>		
4.- ¿Clasifica usted los residuos sólidos conforme a la ordenanza de Calidad Ambiental municipal del cantón Antonio Ante?			
Si <input checked="" type="checkbox"/>	No		
5.- ¿Realiza usted un aprovechamiento de residuos orgánicos y reciclables en su domicilio?			
Si	No <input checked="" type="checkbox"/>		
Si su respuesta es si pasamos a la siguiente respuesta			
Compostaje	Reciclaje	Otros	
6.- ¿Conoce usted sobre la terminación de la vida útil del actual relleno sanitario del Cantón Antonio Ante ubicado en el sector de Patabarón? ¿Explique por qué?			
Si <input checked="" type="checkbox"/>	No		
7.- ¿Estaría usted de acuerdo con la implementación del nuevo relleno sanitario en el cantón Antonio Ante? ¿Si su respuesta es no explique él por qué?			
Si <input checked="" type="checkbox"/>	No		
8.- ¿Cómo elimina los residuos sólidos en su domicilio?			
Entrega al vehículo recolector <input checked="" type="checkbox"/>	Incinerar	Entierra	Otros

Anexo 8. Encuestas realizadas a los jefes de hogar



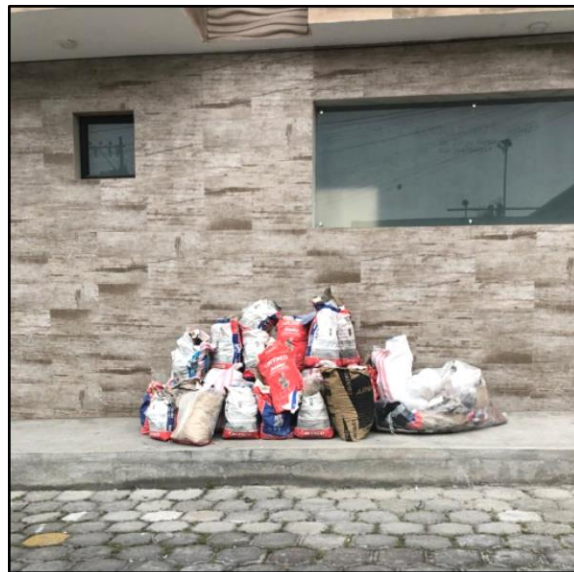
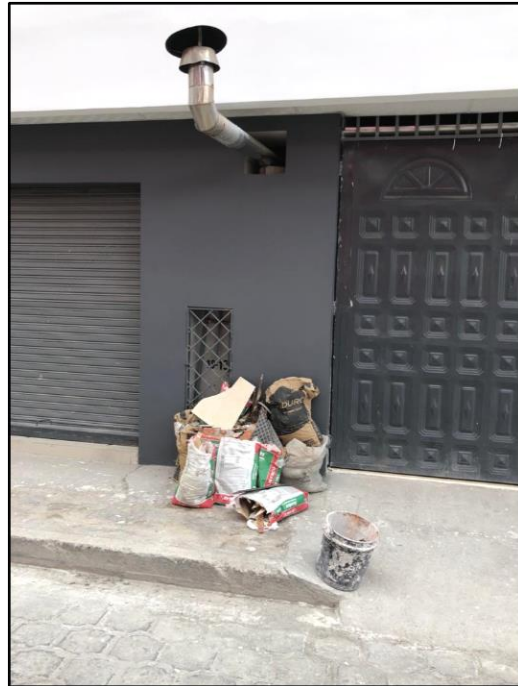
## Anexo 9. Tabulación de encuestas

Parroquias	1.- ¿De cuántas personas está conformada su domicilio ?	2.-¿ Cómo califica la gestión que ha realizado el municipio de Antonio Ante respecto al manejo integral de residuos sólidos ?			3.- ¿Dispone de los recipientes adecuados para la recolección diferenciada de los residuos sólidos en su domicilio?		4.- ¿Clasifica usted los residuos sólidos conforme a la ordenanza de Calidad Ambiental municipal del cantón Antonio Ante?		5.- ¿Realiza usted un aprovechamiento de residuos orgánicos y reciclables en su domicilio?		Si su respuesta es sí pasamos a la pregunta			6.- ¿Conoce usted sobre la terminación de la vida útil del actual relleno sanitario del Cantón Antonio Ante ubicado en el sector de Patabarán? ¿Explique por qué?		7.- ¿Estaría usted de acuerdo con la implementación del nuevo relleno sanitario en el cantón Antonio Ante? ¿Si su respuesta es no explique él por qué?		8.- ¿Cómo elimina los residuos sólidos en su domicilio?			
	Promedio de ha	Excelente	Buena	Mal a	Si	No	Si	No	Si	No	Compostaje	Reciclaje	Otros	Si	No	Si	No	Entrega al Vehículo recolector	Incinera	Entierra	Otros
Natabuela	4,36	2	8	0	2	8	8	2	8	2	8	2	0	2	8	10	0	9	1	0	0
Chaltura	4,27	1	4	2	5	2	5	2	6	1	4	3	0	5	2	4	3	6	1	0	
Imbaya	4	0	1	1	0	2	2	0	0	2	0	1	0	0	2	2	0	2	0	0	0
San Roque	4,59	1	15	2	8	10	16	2	8	10	15	2	0	8	10	12	4	17	1	0	0
Atuntaqui y Andrade Marín	4,53	3	35	5	27	16	39	4	9	34	4	39	0	36	7	33	10	42	1	0	0

Anexo 10. Visita en campo a terrenos como alternativas



Anexo 11. Escombros en acera de vía



Anexo 12. Caracterización de residuos sólidos urbanos parroquia de Imbaya

Parroquia de Imbaya																		
Clasificación de subproductos	Muestra N°1 Lunes		Muestra N°2 Martes		Muestra N°3 Miércoles		Muestra N°4 Jueves		Muestra N°5 Viernes		Muestra N°6 Sábado		Muestra N°7 Domingo		Muestra N°8 Lunes		Total	
Tipo de Residuo	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100
Orgánico (restos alimenticios, residuos de jardín, madera)	6,50	66,08	2,83	68,47	2,52	66,60	2,91	63,25	2,84	61,19	2,58	51,86	3,33	74,52	4,50	66,90	21,51	64,54
No aprovechable (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias)	1,11	11,28	0,75	18,15	0,48	12,68	0,96	20,87	0,88	18,96	1,08	21,71	0,42	9,40	1,54	22,90	6,11	18,33
Cartón	0,001	0,01	0,02	0,48	0,001	0,03	0,02	0,43	0,02	0,43	0,02	0,40	0,01	0,22	0,02	0,30	0,11	0,33
Papel (papel impreso, bond, revistas, periódico)	0,14	1,42	0,08	1,94	0,05	1,32	0,02	0,43	0,15	3,23	0,18	3,62	0,12	2,68	0,045	0,67	0,65	1,94
Plástico Pet (botellas plásticas)	0,10	1,02	0,15	3,63	0,21	5,55	0,13	2,83	0,15	3,23	0,205	4,12	0,112	2,50	0,0302	0,45	0,99	2,96
Plásticos (soplado) hdpe	0,20	2,03	0,02	0,48	0,02	0,53	0,01	0,22	0,02	0,43	0,02	0,40	0,09	2,01	0,03	0,45	0,21	0,63
Polietileno de alta densidad (2) (leche yogurt)	0,40	4,07	0,10	2,42	0,12	3,17	0,14	3,04	0,11	2,37	0,13	2,61	0,12	2,68	0,10	1,49	0,82	2,46
Fundas plásticas (alta densidad)	0,90	9,15	0,11	2,66	0,18	4,76	0,01	0,22	0,14	3,02	0,11	2,21	0,10	2,23	0,05	0,74	0,70	2,10
Polipropileno (5) (tarrinas y vasos)	0,02	0,20	0,002	0,05	0,01	0,26	0,02	0,43	0,02	0,43	0,03	0,60	0,02	0,44	0,04	0,59	0,14	0,43
Poliestireno (Espuma Flex, tarros de comida blancos)	0,01	0,10	0,001	0,02	0,02	0,53	0,09	1,96	0,02	0,43	0,03	0,60	0,04	0,89	0,02	0,30	0,22	0,66
Tetrapack	0,001	0,01	0,00	0,00	0,01	0,26	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,20	0,00	0,04	0,02	0,30	0,04	0,13
Vidrio	0,11	1,12	0,00	0,00	0,11	2,91	0,00	0,00	0,12	2,59	0,15	3,02	0,00	0	0,12	1,78	0,50	1,50
Metales (aluminio, latas)	0,10	1,02	0,010	0,24	0,02	0,53	0,01	0,22	0,02	0,43	0,01	0,20	0,02	0,44	0,03	0,45	0,12	0,36
Textiles	0,11	1,12	0,0001	0,00	0,00	0,00	0,24	5,22	0,00	0,02	0,20	4,02	0,00	0	0,15	2,23	0,59	1,77
Peligrosos (pilas, luminarias, baterías, medicamentos, toners)	0,002	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,22	0,11	2,21	0,03	0,76	0,02	0,30	0,18	0,53
Peligrosos (mascarillas, guantes de látex)	0,001	0,01	0,02	0,48	0,00	0,03	0,010	0,22	0,10	2,15	0,08	1,61	0,02	0,44	0,01	0,15	0,24	0,72
Material cortopunzante (jeringas, agujas, cuchillas, barberas)	0,13	1,32	0,02	0,48	0,00	0,03	0,02	0,43	0,01	0,22	0,02	0,40	0,01	0,22	0,00	0,00	0,08	0,24
Inerte (tierra, cerámicas, losa, piedras, caucho)	0,001	0,01	0,00	0,00	0,01	0,26	0,00	0,00	0,01	0,22	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,02	0,06
Otros (materiales menores a 2 um)	0,0001	0,00	0,02	0,48	0,02	0,53	0,01	0,22	0,02	0,43	0,01	0,20	0,02	0,44	0,00	0,01	0,10	0,30
<b>Total</b>	<b>9,84</b>	<b>100</b>	<b>4,13</b>	<b>100</b>	<b>3,78</b>	<b>100</b>	<b>4,60</b>	<b>100</b>	<b>4,64</b>	<b>100</b>	<b>4,98</b>	<b>100</b>	<b>4,47</b>	<b>100</b>	<b>6,73</b>	<b>100</b>	<b>33,33</b>	<b>100</b>

Anexo 13. Caracterización de residuos sólidos urbanos parroquia Natabuela

Parroquia Natabuela																		
Clasificación de subproductos	Muestra N°1 Lunes		Muestra N°2 Martes		Muestra N°3 Miércoles		Muestra N°4 Jueves		Muestra N°5 Viernes		Muestra N°6 Sábado		Muestra N°7 Domingo		Muestra N°8 Lunes		Total	
Tipo de residuo	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100
Orgánico (restos alimenticios, residuos de jardín, madera)	3,73	42,77	2,83	48,05	6,03	54,37	5,24	56,77	7,86	82,16	4,65	48,34	3,01	55,81	6,10	63,26	35,72	59,11
No aprovechable (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias)	3,50	40,13	1,01	17,15	1,66	14,97	0,58	6,28	0,41	4,28	2	20,79	0,73	13,54	1,80	18,67	8,19	13,55
Cartón	0,50	5,73	0,175	2,97	1,26	11,36	0,97	10,51	0,12	1,25	0,97	10,08	0,25	4,64	0,20	2,07	3,95	6,53
Papel (papel impreso, bond, revistas, periódico)	0,10	1,15	0,20	3,40	0,14	1,26	0,47	5,09	0,18	1,88	0,15	1,56	0,14	2,60	0,14	1,45	1,42	2,35
Plástico Pet (botellas plásticas)	0,02	0,23	0,01	0,17	0,02	0,18	0,02	0,22	0,09	0,94	0,02	0,21	0,02	0,37	0,02	0,21	0,20	0,33
Plásticos hdpe (soplado)	0,40	4,59	0,12	2,04	0,16	1,44	0,11	1,19	0,07	0,73	0,43	4,47	0,13	2,41	0,15	1,56	1,17	1,94
Polietileno de alta densidad (2) (leche yogurt)	0,20	2,29	0,76	12,90	1,46	13,17	0,56	6,07	0,59	6,16	0,71	7,38	0,65	12,05	0,69	7,16	5,42	8,97
Fundas plásticas (alta densidad)	0,12	1,38	0,64	10,87	0,20	1,80	0,31	3,36	0,12	1,25	0,23	2,39	0,15	2,78	0,11	1,14	1,76	2,91
Polipropileno (5) (tarrinas y vasos)	0,06	0,69	0,08	1,36	0,04	0,36	0,03	0,33	0,02	0,20	0,02	0,21	0,02	0,37	0,08	0,83	0,29	0,48
Polietileno (Espuma Flex, desechables blancos)	0,02	0,23	0,001	0,02	0,02	0,18	0,01	0,11	0,02	0,20	0,02	0,21	0,002	0,04	0,02	0,21	0,09	0,15
Tetra pack	0,001	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,11	0,00	0,01	0,01	0,10	0,00	0,02	0,01	0,10	0,03	0,05
Vidrio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,10	1,04	0,00	0,00	0,25	2,59	0,35	0,58
Metales (aluminio, latas)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,02	0,20	0,01	0,10	0,00	0,00	0,02	0,21	0,06	0,10
Textiles	0,01	0,11	0,01	0,17	0,02	0,18	0,85	9,21	0,01	0,05	0,25	2,60	0,20	3,71	0,00	0,00	1,34	2,21
Peligrosos (pilas, luminarias, baterías, medicamentos, toners)	0,02	0,23	0,02	0,34	0,04	0,36	0,02	0,22	0,01	0,10	0,00	0,00	0,02	0,37	0,00	0,02	0,11	0,19
Peligrosos (mascarillas, guantes de látex)	0,01	0,11	0,00	0,03	0,01	0,09	0,02	0,22	0,02	0,20	0,01	0,10	0,02	0,37	0,03	0,31	0,11	0,19
Material cortopunzante (jeringas, agujas, cuchillas, barberas)	0,01	0,11	0,00	0,02	0,01	0,09	0,01	0,11	0,02	0,20	0,02	0,21	0,02	0,37	0,01	0,10	0,09	0,15
Inerte (tierra, cerámicas, losa, piedras, caucho)	0,01	0,11	0,01	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,01	0,19	0,00	0,00	0,02	0,03
Otros (materiales menores a 2 um)	0,01	0,11	0,02	0,34	0,01	0,09	0,02	0,22	0,01	0,10	0,02	0,21	0,02	0,37	0,01	0,10	0,11	0,18
<b>Total</b>	<b>8,72</b>	<b>100</b>	<b>5,89</b>	<b>100</b>	<b>11,09</b>	<b>100</b>	<b>9,23</b>	<b>100</b>	<b>9,57</b>	<b>100</b>	<b>9,62</b>	<b>100</b>	<b>5,39</b>	<b>100</b>	<b>9,64</b>	<b>100</b>	<b>60,43</b>	<b>100</b>

Anexo 14. Caracterización de residuos sólidos urbanos parroquia de Chaltura

Parroquia de Chaltura																		
Clasificación de subproductos	Muestra N°1 Lunes		Muestra N°2 Martes		Muestra N°3 Miércoles		Muestra N°4 Jueves		Muestra N°5 Viernes		Muestra N°6 Sábado		Muestra N°7 Domingo		Muestra N°8 Lunes		Total	
	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100
Orgánico (restos alimenticios, residuos de jardín, madera)	8,96	71,33	7,66	67,61	6,1	73,39	6,98	64,92	7,41	78,39	6,17	61,82	3,00	52,26	6,80	66,01	44,12	66,98
No aprovechable (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias)	0,96	7,64	1,16	10,24	0,91	10,95	1,28	11,90	1,07	11,32	1,33	13,33	0,89	15,51	1,90	18,44	8,54	12,97
Cartón	1,00	7,96	0,1	0,88	0,12	1,44	0,97	9,02	0,38	4,02	0,28	2,81	0,93	16,20	0,20	1,94	2,98	4,52
Papel (papel impreso, bond, revistas, periódico)	0,21	1,67	0,2	1,77	0,1	1,20	0,12	1,12	0,12	1,27	0,15	1,50	0,16	2,79	0,3	2,91	1,15	1,75
Plástico Pet (botellas plásticas)	0,10	0,80	0,61	5,38	0,48	5,77	0,14	1,30	0,1	1,06	0,1	1,00	0,12	2,09	0,13	1,26	1,68	2,55
Plásticos hdpe	0,50	3,98	0,23	2,03	0,17	2,05	1,00	9,30	0,14	1,48	1,35	13,53	0,18	3,14	0,32	3,11	3,39	5,15
Polietileno de alta densidad (2) (leche yogurt)	0,12	0,96	0,09	0,79	0,03	0,36	0,14	1,30	0,02	0,21	0,10	1,00	0,12	2,09	0,03	0,29	0,53	0,80
Fundas plásticas (alta densidad)	0,02	0,16	0,05	0,44	0,04	0,48	0,02	0,19	0,01	0,11	0,02	0,20	0,02	0,35	0,02	0,19	0,18	0,27
Polipropileno (5) (tarrinas y vasos)	0,01	0,08	0,40	3,53	0,12	1,44	0,01	0,09	0,01	0,11	0,13	1,30	0,10	1,74	0,01	0,10	0,78	1,18
Poliestereno (Espuma Flex, tarros de comida blancos)	0,001	0,01	0,02	0,18	0,01	0,12	0,02	0,19	0,00	0,00	0,02	0,20	0,01	0,17	0,02	0,19	0,10	0,15
Tetrapack	0,01	0,08	0,60	5,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,06	0,12	1,20	0,12	2,09	0,10	0,97	1,04	1,58
Vidrio	0,02	0,16	0,15	1,32	0,02	0,24	0,02	0,19	0,01	0,11	0,02	0,20	0,01	0,17	0,11	1,07	0,34	0,52
Metales (aluminio, latas)	0,60	4,78	0,00	0,00	0,15	1,80	0,00	0,01	0,01	0,11	0,12	1,20	0,02	0,35	0,30	2,91	0,60	0,91
Textiles	0,00	0,00	0,01	0,09	0,01	0,12	0,01	0,09	0,02	0,21	0,01	0,10	0,01	0,17	0,00	0,01	0,07	0,11
Peligrosos (pilas, luminarias, baterías, medicamentos, toners)	0,00	0,00	0,02	0,18	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,32	0,02	0,20	0,02	0,35	0,02	0,19	0,11	0,17
Peligrosos (mascarillas, guantes de látex)	0,00	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,01	0,09	0,00	0,01	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,05
Material cortopunzante (jeringas, agujas, cuchillas, barberas)	0,01	0,08	0,00	0,00	0,02	0,24	0,00	0,01	0,01	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,04	0,06
Inerte (tierra, cerámicas, losa, piedras, caucho)	0,02	0,16	0,01	0,09	0,01	0,12	0,02	0,19	0,00	0,02	0,01	0,10	0,02	0,35	0,02	0,19	0,09	0,14
Otros (materiales menores a 2 um)	0,02	0,16	0,01	0,09	0,02	0,24	0,01	0,09	0,01	0,11	0,02	0,20	0,01	0,17	0,01	0,10	0,09	0,14
<b>Total</b>	<b>12,56</b>	<b>100</b>	<b>11,33</b>	<b>100</b>	<b>8,31</b>	<b>100</b>	<b>10,75</b>	<b>100</b>	<b>9,45</b>	<b>100</b>	<b>9,98</b>	<b>100</b>	<b>5,74</b>	<b>100</b>	<b>10,30</b>	<b>100</b>	<b>65,87</b>	<b>100</b>

Anexo 15. Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia de Atuntaqui y Andrade Marín

Parroquia Atuntaqui Andrade Marín																		
Clasificación de Sub Productos	Muestra N°1 Viernes		Muestra N°2 Sábado		Muestra N°3 Domingo		Muestra N°4 Lunes		Muestra N°5 Martes		Muestra N°6 Miércoles		Muestra N°7 Jueves		Muestra N°8 Viernes		Total	
	Tipo de Residuo	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)
Orgánico (restos alimenticios, residuos de jardín, madera)	13,88	78,96	14,3	79,70	13,6	73,95	14,25	72,52	13,81	74,76	14,72	66,66	13,98	68,87	14,72	75,26	99,38	72,86
No aprovechable (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias)	0,98	5,57	0,45	2,51	1,7	9,24	1,45	7,38	0,75	4,06	0,9	4,08	1,82	8,97	0,87	4,45	7,94	5,82
Cartón	0,001	0,01	0,69	3,85	0,38	2,07	0,28	1,42	0,46	2,49	0,65	2,94	0,87	4,29	0,61	3,12	3,94	2,89
Papel (papel impreso, bond, revistas, periódico)	0	0,00	0,1	0,56	0,11	0,60	0,09	0,46	0,13	0,70	0,75	3,40	0,25	1,23	0,34	1,74	1,77	1,30
Plástico Pet (botellas plásticas)	0,05	0,28	0,15	0,84	0,52	2,83	0,41	2,09	0,72	3,90	1,13	5,12	1,17	5,76	0,9	4,60	5	3,67
Plásticos hdpe (soplado)	0,001	0,01	0,2	1,11	0,16	0,87	0,11	0,56	0,13	0,70	0,12	0,54	0,25	1,23	0,12	0,61	1,09	0,80
Polietileno de alta densidad (2) (leche yogurt)	0,22	1,25	0,12	0,67	0,11	0,60	0,16	0,81	0,13	0,70	0,2	0,91	0,12	0,59	0,18	0,92	1,02	0,75
Fundas plásticas (alta densidad)	0,4	2,28	0,9	5,02	0,7	3,81	0,85	4,33	0,62	3,36	0,9	4,08	0,9	4,43	0,48	2,45	5,35	3,92
Polipropileno (5) (tarrinas y vasos)	0,02	0,11	0,4	2,23	0,38	2,07	0,44	2,24	0,35	1,89	0,4	1,81	0,1	0,49	0,41	2,10	2,48	1,82
Poliestireno (Espuma Flex, tarros de comida blancos)	0,001	0,01	0,2	1,11	0,18	0,98	0,11	0,56	0,12	0,65	0,55	2,49	0,14	0,69	0,15	0,77	1,45	1,06
Tetrapack	0,001	0,01	0,15	0,84	0,2	1,09	0,15	0,76	0,02	0,11	0,1	0,45	0,12	0,59	0,11	0,56	0,85	0,62
Vidrio	0,001	0,01	0,11	0,61	0,12	0,65	0,18	0,92	0,17	0,92	1	4,53	0,21	1,03	0,11	0,56	1,90	1,39
Metales (aluminio, latas)	0	0,00	0,09	0,50	0,11	0,60	1,08	5,50	0,48	2,60	0,41	1,86	0,14	0,69	0,19	0,97	2,50	1,83
Textiles	2	11,38	0,002	0,01	0,01	0,05	0,03	0,15	0,5	2,71	0,01	0,05	0,08	0,39	0,17	0,87	0,802	0,59
Peligrosos (pilas, luminarias, baterías, medicamentos, toners)	0,001	0,01	0,01	0,06	0,04	0,22	0	0,00	0,03	0,16	0,2	0,91	0,11	0,54	0,12	0,61	0,51	0,37
Peligrosos (mascarillas, guantes de látex)	0,002	0,01	0,02	0,11	0,01	0,05	0,01	0,05	0,001	0,01	0,01	0,05	0,01	0,05	0,02	0,10	0,081	0,06
Material cortopunzante (jeringas, agujas, cuchillas, barberas)	0,01	0,06	0,02	0,11	0,02	0,11	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,00	0,01	0,05	0,02	0,10	0,073	0,05
Inerte (tierra, cerámicas, losa, piedras, caucho)	0,01	0,06	0,02	0,11	0,02	0,11	0,02	0,10	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,02	0,10	0,11	0,08
Otros (materiales menores a 2 um)	0,001	0,01	0,01	0,06	0,02	0,11	0,03	0,15	0,04	0,22	0,02	0,09	0,01	0,05	0,02	0,10	0,15	0,11
<b>Total</b>	<b>17,579</b>	<b>100</b>	<b>17,942</b>	<b>100</b>	<b>18,39</b>	<b>100</b>	<b>19,651</b>	<b>100</b>	<b>18,472</b>	<b>100</b>	<b>22,081</b>	<b>100</b>	<b>20,3</b>	<b>100</b>	<b>19,56</b>	<b>100</b>	<b>136,396</b>	<b>100</b>

Anexo 16. Caracterización de residuos sólidos urbanos de la parroquia de San Roque.

Parroquia de San Roque																		
Clasificación de Sub Productos	Muestra N°1 Viernes		Muestra N°2 Sábado		Muestra N°3 Domingo		Muestra N°4 Lunes		Muestra N°5 Martes		Muestra N°6 Miércoles		Muestra N°7 Jueves		Muestra N°8 Viernes		Total	
Tipo de Residuo	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt *100	Peso (Kg)	Gl/Gt*100	Peso (Kg)	Gl/Gt*100
Orgánico (restos alimenticios, residuos de jardín, madera)	9,88	67,58	9,87	66,13	7,9	73,91	8	69,74	9,75	71,68	8,55	68,66	8,52	58,71	5,82	69,60	58,41	67,91
No aprovechable (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias)	2,08	14,23	0,9	6,03	0,53	4,96	0,53	4,62	0,9	6,62	0,68	5,46	0,67	4,62	0,8	9,57	5,010	5,82
Cartón	0,6	4,10	0,6	4,02	0,15	1,40	0,3	2,62	0,11	0,81	0,17	1,37	0,15	1,03	0,13	1,55	1,610	1,87
Papel (papel impreso, bond, revistas, periódico)	0,001	0,01	0,02	0,13	0,02	0,19	0,1	0,87	0,11	0,81	0,09	0,72	0,14	0,96	0,11	1,32	0,590	0,69
Plástico Pet (botellas plásticas)	0,02	0,14	0,9	6,03	0,15	1,40	0,59	5,14	0,34	2,50	0,41	3,29	0,36	2,48	0,22	2,63	2,970	3,45
Plásticos hdpe (soplado)	0,1	0,68	0,12	0,80	0,13	1,22	0,15	1,31	0,2	1,47	0,1	0,80	0,12	0,83	0,11	1,32	0,930	1,08
Polietileno de alta densidad (2) (fundas de leche y yogurt)	0,9	6,16	0,7	4,69	0,41	3,84	0,55	4,79	0,9	6,62	0,4	3,21	0,4	2,76	0,08	0,96	3,440	4,00
Fundas plásticas (alta densidad)	0,5	3,42	0,48	3,22	0,59	5,52	0,45	3,92	0,41	3,01	0,92	7,39	0,38	2,62	0,45	5,38	3,680	4,28
Polipropileno (5) (tarrinas y vasos)	0,001	0,01	0,5	3,35	0,45	4,21	0,45	3,92	0,42	3,09	0,56	4,50	3	20,67	0,01	0,12	5,390	6,27
Poliestireno (Espuma Flex, tarros de comida blancos)	0,001	0,01	0,5	3,35	0,001	0,01	0,02	0,17	0,02	0,15	0,01	0,08	0,02	0,14	0,1	1,20	0,671	0,78
Tetrapack	0,02	0,14	0,01	0,07	0,01	0,09	0,1	0,87	0,02	0,15	0,02	0,16	0,01	0,07	0,03	0,36	0,200	0,23
Vidrio	0,001	0,01	0,1	0,67	0,12	1,12	0,03	0,26	0,14	1,03	0,04	0,32	0,31	2,14	0,21	2,51	0,950	1,10
Metales (aluminio, latas)	0,4	2,74	0,1	0,67	0,11	1,03	0,11	0,96	0,13	0,96	0,11	0,88	0,13	0,90	0,14	1,67	0,830	0,96
Textiles	0,1	0,68	0,1	0,67	0,09	0,84	0,02	0,17	0,03	0,22	0,17	1,37	0,1	0,69	0,09	1,08	0,600	0,70
Peligrosos (pilas, luminarias, baterías, medicamentos, toners)	0,001	0,01	0,001	0,01	0,002	0,02	0,03	0,26	0,001	0,01	0,02	0,16	0,01	0,07	0,01	0,12	0,074	0,09
Peligroso COVID (mascarillas, guantes de látex)	0,01	0,07	0,02	0,13	0,02	0,19	0,01	0,09	0,01	0,07	0,001	0,01	0,02	0,14	0,01	0,12	0,091	0,11
Material cortopunzante (jeringas, agujas, cuchillas, barberas)	0,001	0,01	0,002	0,01	0,002	0,02	0,02	0,17	0,01	0,07	0,1	0,80	0,13	0,90	0,02	0,24	0,284	0,33
Inerte (tierra, cerámicas, losa, piedras, caucho)	0,001	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,01	0,09	0,1	0,74	0,1	0,80	0,04	0,28	0,02	0,24	0,272	0,32
Otros (materiales menores a 2 um)	0,002	0,01	0,002	0,01	0,002	0,02	0,001	0,01	0,001	0,01	0,002	0,02	0,001	0,01	0,002	0,02	0,011	0,01
<b>Total</b>	<b>14,619</b>	<b>100</b>	<b>14,926</b>	<b>100</b>	<b>10,688</b>	<b>100</b>	<b>11,471</b>	<b>100</b>	<b>13,602</b>	<b>100</b>	<b>12,453</b>	<b>100</b>	<b>14,511</b>	<b>100</b>	<b>8,362</b>	<b>100</b>	<b>86,013</b>	<b>100</b>