



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

Carrera

INGENIERÍA AMBIENTAL

Título a obtener

INGENIERA AMBIENTAL

Título del proyecto

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA GENERACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS ENTRE LA ZONA CENTRAL DE LA
CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO Y PUYO,
PROVINCIA DE PASTAZA**

Autor

**SANMARTIN SANMARTIN KELLY ESTEFANIA
AGUIRRE SÁNCHEZ KAREN DANIELA**

DIRECTOR DEL PROYECTO

BILLY CORONEL ESPINOZA

PUYO-ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO (1 y 2)

Agradecemos a Dios por permitirnos realizar este trabajo de investigación con mucho esfuerzo y conocimiento que se nos ha brindado, agradecemos a nuestros hermanos y hermanas y familia en general por brindarnos su apoyo incondicional, a nuestros amigos, amigas y docentes que de una u otra manera contribuyeron con un granito de arena para lograr culminar nuestro proyecto, además un especial agradecimiento a los estudiantes de 8vo semestre de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Estatal Amazónica quienes nos ayudaron durante los dos periodos de muestreo.

Agradecemos a la Universidad Estatal Amazónica y a sus profesores por habernos formado y nutrido de conocimientos y forjado para hacer de nosotras unas mujeres profesionales.

Karen Daniela Aguirre Sánchez

&

Kelly Estefanía Sanmartín Sanmartín

DEDICATORIA (1)

Este proyecto de investigación se la dedico a Dios quien me ayudo en todo momento a tomar las mejores decisiones y supo guiarme por buen camino. A mis padres al Sr. Dean Aguirre y la Sra. Norma Sánchez por su apoyo incondicional, esfuerzo y comprensión, por ser el pilar fundamental en mi vida, a mi familia en especial a mi hermana la Sra. Johana Aguirre y mi tía la Sra. Margarita Sánchez por el apoyo que siempre está presente, a mis amigos en general.

Karen Daniela Aguirre Sánchez

DEDICATORIA (2)

Este proyecto de investigación en primer lugar se la dedico a Dios quien ha estado conmigo en todo momento sabiéndome guiar en cada toma de decisiones. A mis Padres, el Sr. Marvin Sanmartín y la Sra. Raquel Sanmartín a quienes admiro por su valentía, su humildad, honestidad, y comprensión, por apoyarme incondicionalmente y ser mi fuerza de motivación a cada instante para lograr culminar mi proyecto y mi carrera profesional, a mi familia y amigos en general.

Kelly Estefanía Sanmartín Sanmartín

RESUMEN

Este proyecto comparativo de la generación de residuos sólidos fue desarrollado en la zona céntrica de las ciudades de Tena y Puyo, se diagnosticó las causas más relevantes de la problemática ambiental dándonos a conocer la situación actual a través de la metodología de Vester, se aplicó el método de análisis de residuos sólidos del Dr. Kunotoshi Sakurai para la caracterización de los residuos (PPC, Producción Diaria, composición, densidad y el poder calorífico se determinó con análisis de laboratorio) de ciudades medianas, se implementó el método estadístico aleatorio sistemático para la identificación de los predios a muestrear, 76 predios (Tena) y 92 predios (Puyo), se obtuvo como resultado durante el periodo nacional que la zona centro de Tena genero mayor cantidad de residuos, su PPC fue de 0,29 kg/hab/día, al contrario de la zona centro de Puyo que siendo una ciudad más grande en comparación a Tena, genero una PPC de 0,20 kg/hab/día, durante el periodo normal la PPC de la ciudad de Puyo fue mayor con 0,33kg/hab/día en comparación a la zona centro de la ciudad de Tena con una PPC de 0,31kg/hab/día, el tipo de investigación del proyecto es explicativo, descriptivo, directa o de campo y aplicada ya que el estudio de generación de residuos se puede implementar en otras ciudades y crear cultura ambiental desde la fuente de generación, además de recomendar alternativas de soluciones para minimizar el impacto visual y la generación desmedida de residuos sólidos.

Palabras clave: Producción Per cápita, Generación de Residuos, Caracterización.

ABSTRACT

This comparative project of the generation of solid waste was developed in the central area of the cities of Tena and Puyo, the most relevant causes of environmental problems were diagnosed, letting us know the current situation through the Vester methodology, the solid waste analysis method of Dr. Kunotoshi Sakurai for the characterization of the waste (PPC, Daily Production, composition, density and calorific value was determined with laboratory analysis) of medium-sized cities, the systematic random statistical method was implemented for the identification of the properties to be sampled, 76 properties (Tena) and 92 properties (Puyo), was obtained as a result during the national period that the central zone of Tena generated more amount of SR, its PPC was 0.29 kg / inhabitant / day, contrary to the central area of Puyo which, being a larger city compared to Tena, generated a PPC of 0.20 kg / inhabitant / day, during the nor poorly the PPC of the city of Puyo was higher with 0.33kg / inhab / day compared to the central area of the city of Tena with a PPC of 0.31kg / inhabitant / day, the type of research project is explanatory, descriptive, direct or field and applied as the study of waste generation can be implemented in other cities and create environmental culture from the source of generation, in addition to recommending alternative solutions to minimize the visual impact and excessive generation of solid waste urban.

Keywords: Per capita production, waste generation, characterization.

ABREVIATURAS EMPLEADAS

CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería y Salud Ambiental
BM	Banco Mundial
GIRS	Gestión Integral de Residuos Sólidos
PDYOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PPC	Producción Per Cápita
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
RS	Residuos Sólidos
EPP	Equipos de Protección Personal
ONU	Organización de Naciones Unidas
COA	Código Orgánico Ambiental
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria
SAE	Servicios de Acreditación Ecuatoriana
MAE	Ministerio del Ambiente

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Periodo Nacional. - Días de feriado del 2 noviembre fecha nombrada “Difuntos” y el 3 de noviembre fecha nombrada “Independencia de Cuenca”.

Periodo Normal. - Días comunes sin feriados nacionales ni cantonales.

ÍNDICE

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO (1 y 2)	vii
DEDICATORIA (1)	viii
DEDICATORIA (2)	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ABREVIATURAS EMPLEADAS	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xi

CAPITULO I

1.INTRODUCCIÓN.....	24
1.1.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
1.2.OBJETIVOS	27
1.2.1.Objetivo General.....	27
1.2.2.Objetivos Específicos	27

CAPITULO II

2.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.1.DESECHOS SÓLIDOS.....	29
2.1.1.Clasificación de los Desechos Sólidos No Peligrosos.....	29
2.1.1.1.Clasificación de los Desechos Sólidos de Acuerdo a su Origen:	30
2.1.1.2.Clasificación de los Desechos Sólidos de Acuerdo a su Composición	31
2.1.2. Generación de residuos y/o desechos sólidos.....	31
2.1.3.Generador de residuos y/o desechos sólidos	32
2.1.4.Características de los desechos sólidos	32
2.1.5.Composición de los residuos sólidos.....	32
2.1.2.Propiedades de los desechos sólidos	34
2.1.2.1.Propiedades físicas	34
2.1.2.2.Propiedades químicas	36
2.1.2.2.1.Composición química.....	36
2.1.2.2.2.Poder energético	36
2.1.2.3.Propiedades biológicas	37
2.1.2.3.1.Aprovechamiento y tratamiento	38
2.1.3.UTILIDADES DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS	38
2.1.3.1.COMPOSTAJE COMO TÉCNICA DE APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	38
2.1.3.1.1.Proceso de compostaje.....	38

2.1.3.1.2. Condiciones del proceso de compostaje	38
2.1.3.1.3. Técnicas de compostaje	39
2.1.3.1.4. Utilización del compost	39
2.1.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	39
2.1.4.1. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS	40
2.1.4.1.1. MÉTODO DEL CUARTEO	40
2.1.4.1.1.1. Volumen de los desechos sólidos	41
2.1.4.1.1.2. Volumen de un cilindro	41
2.1.4.1.1.3. Densidad de los desechos sólidos	42
2.1.4.1.1.4. Producción Per cápita	42
2.2. MARCO LEGAL	43
CAPITULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	47
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	48
3.1. Área de estudio	48
3.1.1. Límites geográficos	49
3.1.2. Vías de acceso	49
3.1.3. Localización geográfica Puyo	50
3.1.4. Localización geográfica Tena	51
3.1.5. Clima	52
3.1.6. Población	52
3.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL COMPONENTE BIOFÍSICO DE LOS CANTONES DE TENA Y PASTAZA	52
3.2.1. CANTÓN PASTAZA - CANTÓN TENA	53
3.2.1.1. Relieve	53
3.2.1.2. Geología	54
3.2.1.3. Uso de suelo	54
3.2.1.3.1. Uso del suelo y cobertura vegetal	54
3.2.1.4. Clima	56
3.2.1.4.1. Temperatura	56
3.2.1.4.2. Precipitación	57
3.2.1.5. RECURSOS NATURALES	58
3.2.1.5.1. Fauna y Flora	58
3.2.1.5.2. Fauna y flora	59
3.2.1.6. ECOSISTEMAS	61
3.2.1.6.1. Ecosistemas frágiles y prioridades de conservación	61
3.3. PROPORCIÓN Y SUPERFICIE DE TERRITORIO CONTINENTAL BAJO CONSERVACIÓN O MANEJO AMBIENTAL	63
3.4. RECURSOS NO RENOVABLES Y RENOVABLES	64
3.4.1. Agua	65

3.5.IMPACTO Y NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL ENTORNO AMBIENTAL.....	66
3.6.DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE PUYO Y TENA.....	67
3.7.PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y POTENCIALIDADES.....	70
3.8.ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	72
3.9.METODOLOGÍA DE LA GENERACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	75
3.9.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.....	75
3.9.1.1. Procedimiento para la Obtención de la Muestra.....	75
3.9.1.2. Aplicación de la Teoría del Muestreo.....	77
3.9.1.3. Validez de la muestra.....	77
3.10.METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	78
3.10.1. Procedimiento para la Toma de Información.....	78
3.11.APLICACIÓN DEL MÉTODO SENCILLO DE ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DR. KUNOTOSHI SAKURAI.....	79
3.12.TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	80
3.13.MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	80
3.14.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	81
3.14.1. Fases para el Estudio Comparativo de la Generación de Residuos Sólidos.....	81
3.14.1.1. Fase de recopilación de información.....	81
3.14.1.2. Fase de diseño.....	81
3.14.1.2.1. Determinar el número de la muestra.....	81
3.14.1.2.2. Análisis de recorrido de tiempos y movimientos.....	81
3.14.1.3. Fase de ejecución.....	82
3.14.1.3.1. Socialización a los predios seleccionados para el muestreo.....	82
3.14.1.3.2. Recolección de los residuos sólidos urbanos por cada predio.....	82
3.14.1.3.3. Caracterización de los residuos sólidos urbanos.....	83
3.14.1.3.4. Determinación de la composición física de los residuos sólidos urbanos.....	83
3.14.1.3.5. FÓRMULAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN.....	85
3.14.1.3.6.Calculo del porcentaje de la composición.....	85
3.14.1.3.7.Calculo del Volumen.....	85
3.14.1.3.8. Determinación de la generación Per Cápita.....	86
3.14.1.3.10. Calculo de la densidad.....	87
3.14.1.4.Fase de análisis.....	87
3.15.RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.....	88
CAPITULO IV	
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	90
4.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA (N) DE LA CIUDAD DE TENA Y PUYO.....	90
4.2. RESULTADOS DE ENCUESTAS DE LA CIUDAD DE PUYO Y TENA.....	91

4.3.ANÁLISIS DE TIEMPO Y RECORRIDO DE LAS DOS CIUDADES AMAZÓNICA.....	99
4.4.PRIMER MUESTREO (PERIODO NACIONAL)	102
4.4.1.Caracterización de los residuos sólidos	102
4.4.2.Producción Per cápita	102
4.4.3.Determinación de la producción diaria.....	103
4.4.4.Producción semanal	103
4.4.5.Volumen y densidad de los desechos	104
4.4.6.Porcentajes de tipo de residuos.....	106
4.5.SEGUNDO MUESTREO (PERIODO NORMAL)	107
4.5.1.Caracterización de los residuos sólidos	107
4.5.2.Producción Per cápita	107
4.5.3.Determinación de la producción diaria.....	108
4.5.4.Producción semanal	108
4.5.5.Volumen y densidad de los desechos	109
4.6.FASE DE ANÁLISIS	112
4.6.1.Poder calorífico periodo nacional	112
4.6.2.Poder Calorífico periodo normal	113
4.7.IDENTIFICACION DE PROBLEMAS DE LAS DOS CIUDADES AMAZÓNICAS.....	113
CAPITULO V	
5.CONCLUSIONES	120
6.RECOMENDACIONES	121
7.BIBLIOGRAFÍA.....	122
8.ANEXOS	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de desechos	34
Tabla 2 Componentes combustibles en los RSU.....	36
Tabla 3 Contenido energético de los residuos	37
Tabla 4 Resumen del Marco Legal.....	43
Tabla 5 Altitudes de los relieves del Cantón	53
Tabla 6 Principales relieves presentes en el cantón Tena.....	54
Tabla 7 Uso del suelo principal del Cantón.....	55
Tabla 8 Cobertura vegetal y uso de suelo Nivel I (%)	55
Tabla 9 Temperatura media anual del Cantón Pastaza y variación anual	56
Tabla 10 Principales parámetros climáticos del cantón Tena.....	57
Tabla 11 Precipitación media anual del Cantón Pastaza y variación 2013	57
Tabla 12 Días de precipitación del año	58
Tabla 13 Especies en peligro de extinción o amenazadas	59
Tabla 14 Especies de aves y herpetofauna amenazadas en el cantón Tena.....	60
Tabla 15 Especies endémicas amenazadas en los ecosistemas en el cantón Tena	60
Tabla 16 Ecosistemas del Cantón Pastaza.....	61
Tabla 17 Ecosistemas y sus prioridades de conservación	62
Tabla 18 Bosques Protectores del Cantón Pastaza	63
Tabla 19 Áreas bajo conservación.....	64
Tabla 20 Recursos minerales metálicos y no metálicos en el cantón Tena.....	65
Tabla 21 Número de sistemas de agua por tipo y usuarios del cantón Tena.....	66
Tabla 22 Tipos de descargas de aguas residuales de los sistemas de alcantarillado de la ciudad de Tena.	69
Tabla 23 Problemas y potencialidades eje biofísico Cantón Pastaza	70
Tabla 24 Potencialidades y problemas del componente biofísico Cantón Tena	71
Tabla 25 Número de muestras para la determinación de PPC	78
Tabla 26 Materiales usados en el proyecto.....	88
Tabla 27 Número de habitantes permanentes y flotantes	93
Tabla 28 Resultados del tiempo del primer periodo de muestreo denominado “periodo nacional” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena	99

Tabla 29 Resultados del tiempo del primer periodo de muestreo denominado “periodo normal” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena	100
Tabla 30 Resultados del kilometraje del primer periodo de muestreo denominado “periodo nacional” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena	101
Tabla 31 Resultados del kilometraje del segundo periodo de muestreo denominado “periodo normal” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena	101
Tabla 32 Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica de la ciudad Puyo	102
Tabla 33 Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica de la ciudad Tena	102
Tabla 34 Producción per cápita en periodo nacional zona céntrica de Puyo	102
Tabla 35 Producción per cápita en periodo nacional zona céntrica de Tena.....	102
Tabla 36 Producción diaria en periodo nacional de la zona céntrica de Puyo	103
Tabla 37 Producción diaria en periodo nacional de la zona céntrica de Tena.....	103
Tabla 38 Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Puyo período nacional	103
Tabla 39 Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Tena período nacional	103
Tabla 40 Datos del Tacho para los dos muestreos Puyo	104
Tabla 41 Datos del Tacho para los dos muestreos Tena.....	104
Tabla 42 Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo nacional de la zona céntrica de Puyo	104
Tabla 43 Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo nacional de la zona céntrica de Tena	105
Tabla 44 Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica en periodo normal de la ciudad Puyo	107
Tabla 45 Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica en periodo normal de la ciudad de Tena.....	107
Tabla 46 Producción per cápita en periodo normal zona céntrica de Puyo.....	107
Tabla 47 Producción per cápita en periodo normal zona céntrica de Tena.....	107
Tabla 48 Producción diaria en periodo normal de la zona céntrica de Puyo	108

Tabla 49 Producción diaria en periodo normal de la zona céntrica de Tena.....	108
Tabla 50 Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Puyo periodo normal	108
Tabla 51 Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Tena periodo normal	109
Tabla 52 Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo normal de la zona céntrica de Puyo.....	109
Tabla 53 Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo normal de la zona céntrica de Tena	110
Tabla 54 Poder calorífico en el periodo nacional Puyo.....	112
Tabla 55 Poder calorífico en el periodo nacional Puyo.....	112
Tabla 56 Poder calorífico en el periodo normal Puyo	113
Tabla 57 Poder calorífico en el periodo normal Tena	113
Tabla 58 Jerarquización de problemas de la ciudad Puyo.....	114
Tabla 59 Problemas y prioridades de la Ciudad de Puyo.....	115
Tabla 60 Jerarquización de problemas de la ciudad Tena	116
Tabla 61 Problemas y prioridades de la Ciudad de Tena	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Método del cuarteo.....	40
Figura 2 Volumen del cilindro.....	41
Figura 3 Mapa del área de estudio de la zona urbana de la Ciudad de Puyo	50
Figura 4 Mapa del área de estudio de la zona urbana de la Ciudad de Tena.....	51
Figura 5 Árbol de problemas cantón Pastaza	73
Figura 6 Árbol de problemas del cantón Tena	74
Figura 7 Mapa de la zona céntrica de la Ciudad de Tena, identificando sus dos rutas de muestreo	76
Figura 8 Mapa de la zona céntrica de la Ciudad de Puyo, identificando sus dos rutas de muestreo	76
Figura 9 Ruta del camión recolector de la zona céntrica de la Ciudad de Tena y Puyo respectivamente	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Edad Ciudad de Tena.....	91
Gráfica 2 Edad Ciudad de Puyo	91
Gráfica 3 Género de la ciudad de Tena	91
Gráfica 4 Género de la ciudad de Puyo	91
Gráfica 5 Servicios básicos Tena.....	92
Gráfica 6 Servicios básicos Puyo	92
Gráfica 7 Tipo de vivienda de Tena	92
Gráfica 8 Tipo de vivienda de Puyo	92
Gráfica 9 Lugar de compras Tena	93
Gráfica 10 Lugar de compras Puyo	93
Gráfica 11 Tipo de producto Tena.....	94
Gráfica 12 Tipo de producto Puyo	94
Gráfica 13 Tipo de residuo generado Tena	94
Gráfica 14 Tipo de residuo generado Puyo	94
Gráfica 15 Tipo de recipiente Tena	95
Gráfica 16 Tipo de recipiente Puyo.....	95
Gráfica 17 Frecuencia Tena.....	95
Gráfica 18 Frecuencia Puyo	95
Gráfica 19 Residuos acumulados Tena	96
Gráfica 20 Residuos acumulados Puyo	96
Gráfica 21 Conocimientos de riesgos Tena.....	97
Gráfica 22 Conocimiento de riesgos Puyo	97
Gráfica 23 Colaboración de separación Tena.....	97
Gráfica 24 Colaboración de separación Puyo	97
Gráfica 25 Población en periodo nacional.....	98
Gráfica 26 Población en periodo normal.....	99
Gráfica 27 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo nacional Puyo	106
Gráfica 28 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo nacional Tena	106
Gráfica 29 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo normal Puyo	111
Gráfica 30 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo Normal.....	111

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	41
Ecuación 2	41
Ecuación 3	42
Ecuación 4	42
Ecuación 5	75
Ecuación 6	77
Ecuación 7	77
Ecuación 8	85
Ecuación 9	86
Ecuación 10	86
Ecuación 11	86
Ecuación 12	87

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades.....	126
Anexo 2 Encuestas realizadas a la población de la zona céntrica de las ciudades de Tena y Puyo	127
Anexo 3 Lista de predios, personas permanentes y flotantes de la zona central de Puyo.....	128
Anexo 4 Cantidad de residuos generados en los predios de la ciudad de Puyo.....	131
Anexo 5 Lista de predios, población permanente y flotante en la zona central de Tena.....	133
Anexo 6 Cantidad de residuos sólidos generados del primer periodo (Nacional) de muestreo Tena.....	136
Anexo 7 Lista de recolección de residuos sólidos de los predios a muestrear periodo normal Puyo.....	139
Anexo 8 Cantidad de desechos sólidos generados en los predios Puyo.....	141
Anexo 9 Lista de recolección de residuos sólidos de los predios a muestrear Tena.....	143
Anexo 10 Cantidad de residuos sólidos generados del segundo periodo (Normal) de muestreo Tena.....	145
Anexo 11 Oficios dirigidos a las cooperativas e instituciones públicas.....	147
Anexo 12 Análisis del poder calorífico de los residuos del periodo nacional de las dos ciudades	148
Anexo 13 Análisis del poder calorífico de los residuos del periodo normal de las dos ciudades	149
Anexo 14 Registro fotográficos.....	150

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La naturaleza absorbe peligrosas alteraciones por la generación desmedida de los residuos sólidos sin ningún previo tratamiento y una buena disposición final, a causa del crecimiento poblacional, produciendo una gran demanda de servicios básicos incluyendo las medidas de recolección, la sociedad en general opta por formas fáciles de eliminación de residuos arrojándolas a río, quebradas o simplemente acumulándolos en lugares públicos generando el deterioro del agua, suelo, aire y el paisaje natural de la ciudad.

Los seres humanos cada vez generamos más desechos domiciliarios, industriales y comerciales, es preocupante saber que en la actualidad los residuos sólidos crecen más rápido que la tasa de urbanización. Esto significa que las ciudades, cantones y provincias producen más desperdicios de lo que ellas mismas pueden manejar a causa de la falta de conciencia, educación y de un buen manejo ambiental de los desechos sólidos, la región Amazónica no está alejada de esta realidad, ya que la importancia que se le da al eje ambiental por parte de las autoridades es baja y la ciudadanía no está concientizada con la correcta clasificación de los residuos.

El consumismo es una necesidad y el factor clave desde el punto vista social y ambiental, ya que nuestra sociedad genera todo tipo de residuos, según datos estadísticos presentados en el informe del Banco Mundial (BM) señala que desde el año 2012 al 2025 se genera un aumento mundial del 70% de los residuos sólidos. En el Ecuador la generación de residuos es de 4,06 millones de toneladas métricas al año y una generación per cápita de 0,74 kg/hab/día, todavía no es un hábito que la población realice la clasificación domiciliar de la basura y la mayoría de los municipios no cuentan con la opción de brindar educación ambiental para crear conciencia con la ciudadanía. (Banco Mundial, 2012)

La acumulación de estos residuos en rellenos sanitarios es una de las causas que contribuyen a diferentes problemas mundiales y locales, tomando en cuenta así a uno de los problemas más nombrado como es el calentamiento global y al no contar con un adecuado manejo, producen graves impactos ambientales a nuestro entorno.

Sabemos que las personas satisfacemos nuestras necesidades, pero no hemos puesto énfasis en pensar lo fundamental, vivir en un ambiente sano y equilibrado disminuyendo el consumo y con él la producción de desechos sólidos innecesarios.

Según los indicadores del GIRS (2016) la producción per cápita de los desechos sólidos en la zona urbana de las Provincias de Napo y Pastaza representan 0.60 kg/hab/día en el año 2016.

En este proyecto de investigación realizó un estudio comparativo de la caracterización de residuos sólidos de dos ciudades de diferentes cantones y provincias de una misma región con la finalidad de lograr una profunda reflexión en relación a identificar los factores que influyen negativamente en el desarrollo del buen manejo de los residuos en las dos ciudades y así poder incrementar la conciencia ambiental y brindar una estrategia de aprovechamiento y reducción mediante la clasificación y caracterización de los residuos sólidos de las dos ciudades amazónicas.

1.1.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los residuos sólidos representan una dificultad continua de contaminación ambiental que enfrentan todas las ciudades.

En las ciudades de Tena y Puyo la generación de residuos y su disposición final ya son un grave problema que enfrenta cada una de ellas ya que carecen de ordenanzas de control de residuos, organización y la falta de capacitaciones y programas educativos ambientales han conllevado a la población (domicilios, instituciones, comerciales y servicios) a generar residuos de una manera excesiva para estas ciudades en desarrollo, además los dos municipios no presenta un buen manejo de desechos, aplicando los procesos respectivos de un buen tratamiento de residuos sólidos, este problema se diagnosticó mediante la investigación bibliográfica de los PDYOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial) de las dos ciudades.

La generación y acumulación de residuos de las dos zonas céntricas de las ciudades de Tena y Puyo en botaderos y rellenos no adecuados de residuos y sin tratamiento previo está ocasionando la sobresaturación, con residuos de todo tipo en el lugar previsto de disposición final, así también contribuyendo a la contaminación del suelo y aire del sector.

En estas dos ciudades los plásticos se generan de una manera desmedida, la falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía y el desinterés de las autoridades competentes en brindar educación ambiental con respecto a la generación de residuos sólidos urbanos ha influido al mal manejo de los RS desde la fuente de generación en la ciudad de Tena y Puyo, la ciudadanía debe transformarlas en otro bien y empezarlas a dar un aprovechamiento económico y así lograr reducir los volúmenes de RS, (Fernández, 2009) manifiesta que la acumulación de residuos en lugares no aptos trae consigo un impacto paisajístico negativo, deterioro visual y un importante riesgo ambiental, este proyecto con lleva a mejorar el paisaje urbanístico de las ciudades de Tena y Puyo de la región Amazónica.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un estudio comparativo para la generación de residuos sólidos producidos en la zona central de las ciudades de Tena, Provincia de Napo y Puyo, Provincia de Pastaza.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del componente biofísico de los cantones Pastaza y Tena respectivamente.
- Caracterizar la producción per cápita, producción diaria, composición, densidad y poder calorífico de los residuos sólidos provenientes de la zona central de las ciudades de Tena, Provincia de Napo y Puyo, Provincia de Pastaza.
- Comparar los resultados de la caracterización de residuos sólidos generados entre la zona central de las Ciudades de Tena, Provincia de Napo y Puyo, Provincia de Pastaza.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. DESECHOS SÓLIDOS

Los desechos o residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar, como los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles que pueden ser combustibles (papel, plástico, textiles, etc.) o no combustibles (vidrio, metal, etc.). (Henry, 1999)

Según el Código Orgánico Ambiental, un residuo sólido o desecho sólido son sustancias sólidas, semisólidas, líquidas o gaseosas o materiales compuestos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, consumo, a cuya disposición final se procede conforme a lo dispuesto en la legislación ambiental nacional. (COA, 2017)

2.1.1. Clasificación de los Desechos Sólidos No Peligrosos

Clasificación de los desechos. Según TULSMA (2015).

Según su origen:

Los residuos o desechos sólidos urbanos de acuerdo al origen, se los ha dividido en:

- Desecho sólido domiciliario.
- Desecho sólido comercial.
- Desecho sólido de demolición.
- Desecho sólido del barrido de calles.
- Desecho sólido de la limpieza de parques y jardines.
- Desecho sólido hospitalario.
- Desecho sólido institucional.
- Desecho sólido industrial.
- Desecho sólido especial.

Según su composición se clasifican en:

- Desechos sólidos orgánicos.
- Desechos sólidos inorgánicos.

2.1.1.1. Clasificación de los Desechos Sólidos de Acuerdo a su Origen:

- a) **Desecho sólido Domiciliario.** - El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas (TULSMA, 2015).
- b) **Desecho sólido Comercial.** - Aquel que es generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías, plazas de mercado y otros (TULSMA, 2015).
- c) **Desechos sólidos de demolición.** - Son desechos sólidos producidos por la construcción de edificios, pavimentos, obras de arte de la construcción, brozas, cascote, etc., que quedan de la creación o derrumbe de una obra de ingeniería. Están constituidas por tierra, ladrillos, material pétreo, hormigón simple y armado, metales ferrosos y no ferrosos, maderas, vidrios, arena, etc. (TULSMA, 2015)
- d) **Desechos sólidos de barrido de calles.** - Son los originados por el barrido y limpieza de las calles y comprende entre otras: Basuras domiciliarias, institucional, industrial y comercial, arrojadas clandestinamente a la vía pública, hojas, ramas, polvo, papeles, residuos de frutas, excremento humano y de animales, vidrios, cajas pequeñas, animales muertos, cartones, plásticos, así como demás desechos sólidos similares a los anteriores. (TULSMA, 2015)
- e) **Desechos sólidos de limpieza de parques y jardines.** - Es aquel originado por la limpieza y arreglos de jardines y parques públicos, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas o privadas (TULSMA, 2015).
- f) **Desechos sólidos de hospitales, sanatorios y laboratorios de análisis e investigación o patógenos.** - Son los generados por las actividades de curaciones, intervenciones quirúrgicas, laboratorios de análisis e investigación y desechos asimilables a los domésticos que no se pueda separar de lo anterior. (TULSMA, 2015)
- g) **Desecho sólido institucional.** - Se entiende por desecho sólido institucional aquel que es generado en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras (TULSMA, 2015).
- h) **Desecho sólido industrial.** - Aquel que es generado en actividades propias de este

sector, como resultado de los procesos de producción.

- i) **Desecho sólido especial.** - Son todos aquellos desechos sólidos que por sus características, peso o volumen, requieren un manejo diferenciado de los desechos sólidos domiciliarios. Son considerados desechos especiales:
- Los animales muertos, cuyo peso exceda de 40 kilos.
 - El estiércol producido en mataderos, parques y otros establecimientos.
 - Restos de chatarras, metales, vidrios, muebles.
 - Restos de poda de jardines y árboles que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección.
 - Materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección. (TULSMA, 2015)

2.1.1.2. Clasificación de los Desechos Sólidos de Acuerdo a su Composición

- a) **Desechos Sólidos Orgánicos.** - Son aquellos desechos que provienen de restos de productos de origen orgánico, la mayoría de ellos son biodegradables (se descomponen naturalmente). Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica (Flores, 2000).
- b) **Desechos Sólidos Inorgánicos.** - Son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural pero no son biodegradables, por ejemplo, los envases de plástico (Flores, 2000).

2.1.2. Generación de residuos y/o desechos sólidos

Cantidad de residuos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo determinado, está estrechamente relacionada con el grado de conciencia de los ciudadanos y las características socioeconómicas de la población (TULAS, 2015).

2.1.3. Generador de residuos y/o desechos sólidos

Toda persona, natural o jurídica, pública o privada, que, como resultado de sus actividades, pueda crear o generar desechos y/o residuos sólidos (TULAS, 2015).

2.1.4. Características de los desechos sólidos

Comprenden todos los residuos domésticos y los desechos no peligrosos, como los desechos comerciales e institucionales, los desechos de la calle y los escombros de la construcción (ONU, 2014).

2.1.5. Composición de los residuos sólidos

Se caracteriza por el origen de generación, además que puede variar según el ámbito: nivel de vida, estación del año, modo de vida de la población, existencia de zonas turísticas, el clima y el día de la Semana (Vermot, 2010).

El desarrollo industrial los residuos sólidos se determinan por características, época del año, nivel cultural y económico (ONU, 2007).

La composición de los desechos sólidos debe ser conocida para la implementación de un sistema de gestión integral de desechos sólidos.

Generalmente esta composición se expresa en porcentajes por peso. La composición de estos desechos depende en gran medida, de la cobertura de los servicios municipales, los hábitos de los ciudadanos, las actividades económicas a las que se dedican, las industrias existentes en la zona, entre otros.

Según Flores (2000) existen residuos como:

- a) **Residuos de alimentos.** - Residuos como cascaras de frutas, grasas, hidratos de carbono, proteínas, etc.
- b) **Estiércol.** - Son residuos fecales de animales (ganado) que se aprovechan para su transformación en bio-abono o para la generación de biogás.
- c) **Restos vegetales:** Son residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes; también se consideran algunos residuos de cocina que no han sido

sometidos a procesos de cocción como legumbres, cáscara de frutas, etc.

d) Cuero: son residuos mayormente derivados de artículos de cuero en desuso.

e) Papel y cartón. - La materia prima, los árboles, son descortezados, troceados y en un proceso de digestión se obtiene la pasta. Ésta es lavada y blanqueada, y posteriormente se procede a la fabricación de la hoja de papel o cartón. Se utiliza en forma de papel-prensa, envases, embalajes, etc. Su participación en el conjunto de los residuos es elevada debido a su gran consumo por habitante y año. (Flores, 2000)

f) Plásticos. - El plástico se obtiene por la combinación de un polímero o varios, con aditivos y cargas.

Se pueden obtener a partir de recursos naturales, renovables o no, aunque hay que precisar que todos los polímeros comerciales se obtienen a partir del petróleo. Los polímeros son materiales no naturales obtenidos del petróleo por la industria mediante reacciones de síntesis, lo que les hace ser materiales muy resistentes y prácticamente inalterables.

Existen tres grandes familias de polímeros según Acosta (2005).

- Termoplásticos.
- Termofijos.
- Elastómeros.

Los **polímeros termoplásticos tienen** como característica esencial que se ablandan por acción del calor, llegando a fluir, y cuando baja la temperatura vuelven a ser sólidos y rígidos. Por esta razón pueden ser moldeados un elevado número de veces, lo que favorece su reciclaje (Acosta, 2005).

Los **polímeros termofijos** no reblandecen ni fluyen por acción del calor, llegando a descomponer si la temperatura sigue subiendo. Por ello no se pueden moldear repetidas veces. Están formados por cadenas macromoleculares unidas entre sí por fuertes enlaces covalentes (Acosta, 2005).

Los **polímeros elastómeros**, tienen sus cadenas enlazadas por fuertes enlaces covalentes. Su estructura les da gran facilidad de deformación por acción de una fuerza externa, y de recuperar inmediatamente el tamaño original al cesar ésta (Acosta, 2005).

g) Vidrio. - El vidrio ha sido utilizado por el hombre para fabricar envases con que conservar sus alimentos desde hace varios miles de años.

En el proceso de su fabricación se emplean como materias primas: arena (sílice), sosa (carbonato sódico) y caliza (carbonato cálcico). A esto se le añaden otras sustancias, como colorantes, etc (Flores, 2000).

- h) Otros residuos.-** Las pilas son dispositivos electroquímicos capaces de convertir la energía química en eléctrica. Pueden contener materiales peligrosos como el mercurio, el cadmio, cinc, plomo, níquel y litio (Flores, 2000).

Existen varios tipos:

- Alcalinas.
- Carbono-zinc.
- Litio botón.
- Mercurio botón y cilíndricas.
- Cadmio-níquel.
- Plata botón.
- Zinc botón. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

2.1.2. Propiedades de los desechos sólidos

2.1.2.1. Propiedades físicas

Las características físicas de los desechos sólidos según Tchobanoglous y Theisen (1997) son:

- a) Peso.** - Para hacer referencia a los residuos sólidos usualmente se utilizan unidades de peso (gramos, kilogramos, toneladas, etc.) y se hace referencia a si el peso es húmedo o seco, es decir si los residuos contienen o no humedad. (Tchobanoglous & Theisen, 1997)
- b) Peso específico.** - Es el peso de un material por unidad de volumen (kg/m^3). El peso específico de los residuos sirve para estimar el volumen de generación de residuos (t/día), grado de compactación que se puede aplicar sobre los residuos, para dimensionar los recipientes de recolección, transporte, disposición final y para determinar el área necesaria para la conformación de las hileras de compostaje. El peso específico promedio para residuos sin compactar es de 80 kg/m^3 . (Tchobanoglous & Theisen, 1997)

Tabla 1. Tipo de desechos

Tipos de desechos	P. Específico(kg/m3)		Cont. Humedad, porcentaje en Peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
Residuos de comida (mezclados)	131-481	291	50-80	70
Residuos de Jardín	59-225	101	30-80	60
Hojas (sueltas y secas)	30-148	59	20-40	30
Hierba verde (suelta y húmeda)	208-297	237	40-80	60
Hierba verde (húmeda y compactada)	593-831	593	50-90	80
Residuos de comida (húmedos)	475-950	540	50-80	70
Agrícolas (mezclados)	400-751	561	40-80	50
Residuos de frutas.	249-751	359	60-90	75
Residuos de vegetales.	202-700	359	60-90	75

Fuente: (Tchobanoglous & Theisen, 1997)

- c) **Humedad.** - Está presente en los residuos urbanos, y oscila alrededor del 40% en peso, con un margen que puede situarse entre el 25 y el 60%. La máxima aportación la proporcionan las fracciones orgánicas, y la mínima, los productos sintéticos. Esta característica debe tenerse en cuenta por su importancia en los procesos de producción de lixiviados, transporte, procesos de transformación, tratamientos de incineración y recuperación energética y procesos de separación de residuos en planta de reciclaje. (Tchobanoglous & Theisen, 1997)
- d) **Permeabilidad de los residuos.** - Determina el transporte de líquidos dentro de un vertedero controlado y plantas de compostaje. Depende de la compactación y peso específico de los residuos (Tchobanoglous & Theisen, 1997) .
- e) **Capacidad de campo.** - Es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad, es de importancia para determinar la generación de lixiviados en composteras y en vertederos. (Secretaria de Desarrollo Social, 2008)
- f) **Tamaño de la partícula.** - Influye en el tiempo de descomposición de los materiales; al ser los residuos de menor tamaño aumentan el área superficial que favorecen la actividad microbiana (Muñoz, 2008) .

2.1.2.2. Propiedades químicas

Al igual que las propiedades físicas, las características químicas también son muy variables, dependiendo de la composición de los mismos. Como características químicas más relevantes de los RSU se destacan:

- La composición química y
- El poder energético de los residuos.

2.1.2.2.1. Composición química. - Para determinar las características de recuperación energética y de potencialidad de producir fertilizantes (si posee una adecuada relación carbono/nitrógeno) que poseen los residuos sólidos urbanos, es necesario conocer la composición química de los componentes de los residuos. (Secretaría de Desarrollo Social, 2008)

Tabla 2. Componentes combustibles en los RSU

Componentes	Peso en % sobre muestras secas				
	Carbono	Hidrógeno	Oxígeno	Nitrógeno	Azufre
Residuos de comida	48,0	6,4	37,6	2,6	0,4
Residuos de jardinería	47,8	6,0	38,0	3,4	0,3
Madera	49,5	6,0	42,7	0,2	0,1
Papel y cartón	43,8	5,9	44,2	0,3	0,2
Plásticos	60,0	7,2	22,8	---	---
Textiles	55,0	6,6	31,2	4,6	0,1
Vidrio	0,5	0,1	0,4	---	---
Metales	4,5	0,6	4,3	---	---

Fuente: (Secretaría de Desarrollo Social, 2008)

2.1.2.2.2. Poder energético. - Los tratamientos de los residuos por incineración y recuperación energética dependen totalmente de su poder energético que, a su vez, está en función de su composición (Secretaría de Desarrollo Social, 2008).

Tabla 3. *Contenido energético de los residuos*

Componentes	Poder calorífico inferior (PCI) en kcal/kg		Cenizas y otros
	Variación	Típico	
Residuos de comida	600-800	700	8
Madera	4000-500	4600	2
Papel y cartón	2400-4000	2500	12
Plásticos	6200-7200	6600	3
Textiles	3000-4000	3400	6
Vidrio	---	---	98
Metales	---	---	98

Fuente: (Secretaría de Desarrollo Social, 2008)

El poder calorífico de los RSU, en términos generales, se encuentra comprendido entre las 1500 y las 2200 kcal/kg. La evolución de los residuos sólidos urbanos hacia fracciones con mayor poder calorífico facilita la recuperación energética de los mismos.

2.1.2.3. Propiedades biológicas

La característica biológica más importante de la fracción orgánica de los RSU se encuentra en que casi todos sus componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos, relativamente inertes, que se integran perfectamente en el medio natural. (Yency, 2010)

Todos los procesos de recuperación de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos buscan la producción de fertilizantes y el aprovechamiento energético del biogás producido. Por lo cual la biodegradabilidad de las fracciones orgánicas de los RSU se basa en su transformación, en presencia de microorganismos, en otras sustancias, orgánicas o inorgánicas, asimilables por el medio. (Yency, 2010)

Las fracciones más biodegradables son los restos de comida y de jardinería, a los que siguen el papel y el cartón, con una degradación más lenta. Por otro lado, los procesos de biodegradación producen gases y otros compuestos que dan lugar a malos olores, característicos de la fermentación de los residuos sólidos urbanos. (Yency, 2010)

2.1.2.3.1. Aprovechamiento y tratamiento

Proceso de reutilización y reciclaje para todos los materiales que hayan culminado su vida útil y que a pesar de ello estén aptos para transformarlos en algo beneficioso, y a la vez disminuir el consumo de materia prima sustituyéndola por material didáctico.

El aprovechamiento debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente. De modo tal, que las normas y acciones orientadas hacia los residuos aprovechables deben tener en cuenta lo siguiente:

- Se trata de materia prima con valor comercial, en consecuencia, sujeta a las leyes del mercado y consideradas como insumo (Jaramillo & Zapata, 2008).
- Su destino es el aprovechamiento ya sea de manera directa o como resultado de procesos de tratamiento, reutilización, reciclaje, producción de bioabono, generación de biogás, compostaje, producción de energía, entre otros.
- La calificación de residuo aprovechable debe darse teniendo en cuenta que exista un mercado para el residuo, en el cual están comprometidos los generadores de las materias primas y de los productos finales (Jaramillo & Zapata, 2008).

2.1.3. UTILIDADES DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS

2.1.3.1.COMPOSTAJE COMO TÉCNICA DE APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS ORGÁNICOS

2.1.3.1.1. Proceso de compostaje

Dentro de estos existen procesos biológicos como el compost por digestión aerobia y el compost por digestión anaerobia.

Compost por digestión aerobia: Se define como una oxidación biológica que ocurre bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. Los microorganismos, utilizan el carbono y nitrógeno disponible en los residuos orgánicos, liberando energía por la actividad metabólica y produciéndose gracias a una serie de reacciones bioquímicas, agua, anhídrido carbónico, sales minerales y calor. (Jaramillo & Zapata, 2008).

2.1.3.1.2. Condiciones del proceso de compostaje

En el proceso de compostaje, son los microorganismos los responsables de la transformación del sustrato, por lo tanto, todos aquellos factores que puedan inhibir su crecimiento y desarrollo, afectarán también sobre el proceso. Los factores más importantes

que intervienen este proceso biológico son: temperatura, humedad, pH, oxígeno, relación C/N y población microbiana. (Muñoz, 2008)

2.1.3.1.3. Técnicas de compostaje

Los dos métodos principales de compostaje pueden clasificarse como agitado y estático. El método agitado, el material a fermentar se mueve periódicamente con el fin de permitir la entrada de oxígeno, controlar la temperatura y mezclar el material para que el producto sea homogéneo, el método más común se conoce como hilera. En el método estático, el material que se va a fermentar permanece quieto y a través del él, se inyecta aire, el método más común se conoce como pila estática. (Tchobanoglous & Theisen, 1997)

2.1.3.1.4. Utilización del compost

El compost puede tener diferentes usos ya sea por su composición o por sus características. Cuando el compost muestra contenidos relativamente altos de metales pesados, puede utilizarse en parques y jardines urbanos, pero si presenta cierto exceso de sales se puede utilizar con las debidas precauciones en la recuperación de suelos degradados. Aunque, es variable el grado de salinidad que presenta un compost, siempre está dentro de unos niveles que no reviste riesgo aparente de salinización para el suelo; sin embargo, el nivel en sodio no debe sobrepasar el límite del 0,5 % sobre su contenido total de materia seca.

Si el compost presenta buenos nutrientes y materia orgánica, y no presenta las contraindicaciones anteriores, se puede utilizar como abono en los cultivos para la alimentación humana o animal, y si existen unas propiedades físicas adecuadas, puede utilizarse como sustituto parcial de las turbas y como abono en el cultivo de plantas ornamentales, aun cuando muestre un contenido de metales pesados relativamente elevado. (Soto & Muñoz, 2003)

2.1.4. CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Consiste en el conjunto de acciones en base a una metodología, para recolectar los datos que nos permitan determinar las cantidades de residuos, su composición y sus propiedades en una determinada localidad y en un tiempo determinado (Runfola, 2009).

2.1.4.1.DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

2.1.4.1.1. MÉTODO DEL CUARTEO

Para la realización de este método se debe colocar los residuos en una zona pavimentada o sobre un plástico grande, con la finalidad de que los residuos no se mezclen con tierra.

Se rompen las bolsas y se vierte los residuos formando un montón, con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable.

El montón se divide en cuatro partes y se escogen las dos partes opuestas (los lados sombreados de la figura que se muestra a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos. (CEPIS, 1998)

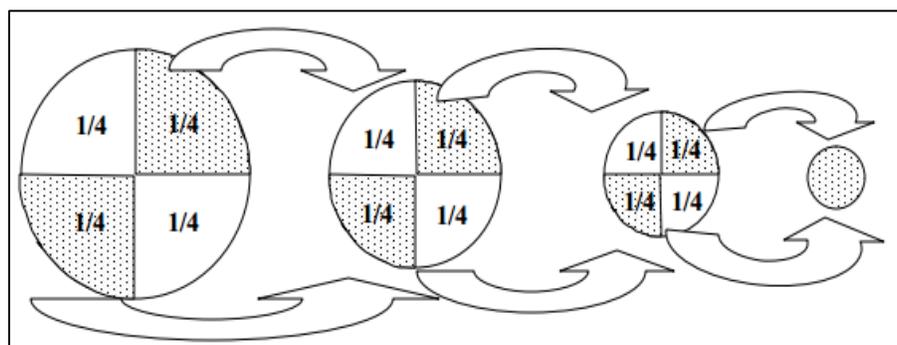


Figura 1 Método del cuarteo

Fuente: (CEPIS, 1998)

Se separan los componentes del último montón y se clasifican en:

- Papel y cartón.
- Restos de alimentos.
- Plásticos.
- Metales.
- Vidrio.
- Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

Los componentes se van clasificando en recipientes pequeños y con ayuda de una balanza, se deben

pesar los recipientes vacíos antes de empezar la clasificación.

Una vez concluida la clasificación, se pesan los recipientes con los diferentes componentes y por diferencia se saca el peso de cada componente.

Ecuación 1

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t} * 100$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

P_i = Peso de cada componente

W_t = Peso total de los residuos recolectados en un día

2.1.4.1.1.1. Volumen de los desechos sólidos

El volumen es una propiedad de la materia en general y lo podemos definir como el espacio ocupado por un cuerpo determinado.

Para obtener el volumen de los desechos generados se lo realizo mediante un cilindro. El cálculo del volumen de un cuerpo se basa en su forma geométrica, y se aplica la siguiente fórmula de acuerdo a su figura. (Muñoz, 2008)

2.1.4.1.1.2. Volumen de un cilindro

Ecuación 2

$$V_c = h * r^2 * \pi$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

V_c : Volumen del cilindro (m^3)

h : Altura del cilindro (m)

r : Radio(m)

π : Número pi

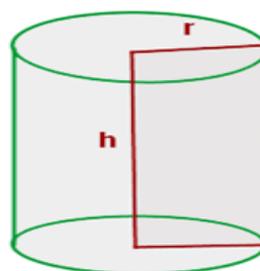


Figura 2 Volumen del cilindro

2.1.4.1.1.3.Densidad de los desechos sólidos

La densidad se conoce como la cantidad de masa que ocupa un determinado volumen, dentro de los desechos sólidos es un valor básico para dimensionar los recipientes de pre recogida y equipos de recogida y transporte, además de servir como base para proyectar las necesidades del área de almacenaje de los desechos. Este valor soporta grandes variaciones según el grado de compactación al que están sometidos los desechos. (Tchobanoglous, 1997)

La densidad lo podemos determinar con la siguiente fórmula:

Ecuación 3

$$p = \frac{m}{V}$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

p = Densidad (kg/m³)

m = Masa (kg)

V = Volumen (m³)

2.1.4.1.1.4.Producción Per cápita

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y sus características socioeconómicas.

Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (kg/persona/día). Es posible efectuar una estimación teórica de la PPC en función de las estadísticas de recolección y utilizando la siguiente expresión.

Ecuación 4

$$PPC = \frac{P_{TRS}}{P}$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

PPC= Producción Per Cápita (kg/persona/día)

P_TRS= Producción total de residuos sólidos al día (kg/día)

P= Población (número de visitantes diarios)

2.2.MARCO LEGAL

En la actualidad existe un extenso marco legal que nos ayuda a controlar y regular todas las actividades para el correcto manejo integral de los residuos sólidos.

Tabla 4. *Resumen del Marco Legal*

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR (Registro Oficial No. 449: 20 DE OCTUBRE DEL 2008)	Título II: Derechos Capitulo Segundo: Derechos Del Buen Vivir Sección segunda Art. 14 Ambiente sano y equilibrado Título V: Organización Territorial del Estado Capitulo primero: Principios Generales Art. 240 GAD de las regiones, distritos, provincias y cantones ejercerán facultades de sus competencias Capitulo cuarto: Régimen de competencias Art. 264 los Gobiernos municipales tendrán competencias: 1. Planificar el desarrollo cantonal y formular planes de ordenamiento territorial de acuerdo a la planificación Título VII: Régimen del Buen Vivir Capitulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales Sección primera: Naturaleza y Ambiente Art. 395 1. El estado garantizará un modelo sustentable que conserve la diversidad y asegure las necesidades de las generaciones presentes y futuras. 2. Las políticas de gestión ambiental serán de obligatorio cumplimiento.
--	---

	<p>3. El estado garantizará la participación activa de personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en el control de toda actividad que genere impactos ambientales.</p> <p>Art. 396</p> <p>El estado adoptara las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos. (CONSTITUCION DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2008)</p>
<p>CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE (COA) (Registro Oficial Suplemento No. 983; 12 de Abril del 2017)</p>	<p>Libro Tercero de la Calidad Ambiental</p> <p>TITULO II: SISTEMA UNICO DE MANEJO AMBIENTAL</p> <p>CAPITULO I: DEL REGIMEN INSTUCIONAL</p> <p>Art. 165 Los GAD'S, competencias referentes al proceso de evaluación de impactos y control de la contaminación, así como de la reparación integral de daños ambientales.</p> <p>TITULO V: GESTION INTERGAL DE RESIDUOS Y DESECHOS</p> <p>CAPITULO II: GESTION INTERGAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS</p> <p>Art. 229 Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de impactos y daños ambientales y salud humana. (COA, CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE, 2017)</p>
<p>CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMIA Y DESCENTRALIZACION (COOTAD), (Registro Oficial</p>	<p>CAPITULO III: GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL</p> <p>SECCION PRIMERA</p> <p>Art. 55 Competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.</p> <p>CAPITULO VII: REGIMEN PATRIMONIAL</p> <p>SECCION CUARTA</p>

<p>Suplemento No 303: 19 de octubre del 2010)</p>	<p>Art. 431 De la gestión integral de manejo ambiental. Los GAD'S establecerán normas para la gestión integral y sanción de actividades que afecten a la prevención y control. (COOTAD, 2010)</p>
<p>A.M 061 DE LA REFORMA DEL LIBRO VI DEL T.U.LA.S MINISTERIO DEL AMBIENTE (Registro Oficial No. 316: 04 DE MAYO DEL 2015)</p>	<p>TITULO III: DEL SISTEMA UNICO DE MANEJO AMBIENTAL CAPITULO VI: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS, Y DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES.</p> <p>Art. 49 Políticas generales de la gestión integral de los residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales.</p> <p>SECCION 1: GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS Y/O DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS.</p> <p>PARAGRAFO I: DE LA GENERACION</p> <p>Art.60 Del generador. - Todo generador de residuos no peligrosos debe tener la responsabilidad de su manejo, tomar medidas con el fin de reducir, minimizar y eliminar su generación en la fuente, realizar separación y clasificación en la fuente, almacenamiento técnico, colocar los recipientes en un lugar de recolección adecuado.</p> <p>PARAGRAFO II: DE LA SEPARACION EN LA FUENTE</p> <p>Art. 63 De la separación en la fuente. - El generador de residuos sólidos no peligrosos está en la obligación de realizar la separación en la fuente. (TULAS, REFORMA DEL LIBRO SEIS TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA, 2015)</p>
<p>REGLAMENTO PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTON</p>	<p>En el año de 1992 el Consejo Municipal de Pastaza, expidió la Ordenanza que regula el Tratamiento de basuras, residuos y desperdicios por lo cual es necesario reformar la ordenanza.</p> <p>Art. 7 DEL CONTROL, ESTIMULO, CONTRAVENCIONES Y SANCIONES EN MATERIA DE ASEO DEL ESPACIO PÚBLICO Y EL MEDIO AMBIENTE.</p> <p>La comisaria municipal controlará y sancionará a los infractores. A</p>

<p>PASTAZA</p>	<p>demás brindara estímulos a todos aquellos que cumplan.</p> <p>Se establecerán 4 clases de contravenciones con sus respectivas sanciones:</p> <p>Art. 7.1.- CONTRAVENCION DE PRIMERA CLASE Y SUS SANCIONES. Multa de 50 dólares</p> <p>Art. 7.2.-CONTRAVENCION DE SEGUNDA CLASE Y SUS SANCIONES Multa de 100 dólares</p> <p>Art 7.3.- CONTRAVENCION DE TERCERA CLASE Y SUS SANCIONES Multa de 200 dólares</p> <p>Art 7.5 Quien viole las disposiciones de estas ordenanzas será sancionado cada vez con el recargo del ciento por cientos de la última sanción. (GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE PASATAZA, 2006)</p>
-----------------------	---

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de investigación se llevó a cabo en dos periodos de muestreo denominados, Periodo Nacional en las fechas de feriado de difuntos y la Independencia de Cuenca, el segundo periodo de muestreo denominado Periodo Normal en las fechas de días comunes, registrándose este como testigo de la muestra comparativa de periodos, aplicamos el método sencillo de análisis de residuos del Dr. Kunotoshi Sakurai, según la guía del (CEPIS, 1998) el objetivo del análisis de residuos sólidos es ofrecer un método sencillo para dicho análisis de manera que facilite el conocimiento mínimo de cantidad y características de residuos, para determinación de la muestra se utilizó la formula estadística de tamaño óptimo para poblaciones finitas y para la identificación de la zona de muestreo se empleó el método aleatorio sistemático, este proyecto se desarrolló en la zona céntrica de las Ciudades de Tena, cantón Tena, Provincia de Napo y Puyo, cantón Pastaza, Provincia de Pastaza pertenecientes a la región amazónica.

Para el diagnóstico de la situación actual de las dos ciudades amazónicas se jerarquizo los problemas, empleando la metodología de la Matriz de Vester.

Una vez enlistado los problemas y potencialidades con prioridad se procedió a ingresar los datos en la Matriz de Vester ya que es una herramienta que nos facilita identificar las causas y consecuencias de una situación problemática o potencial, de acuerdo a cuatro niveles de análisis para luego ser jerarquizados. (Plan Parroquial de DYOT de la Parroquia de Alshi, 2012)

0 = No es causa.

1 = Es causa indirecta.

2 = Es causa medianamente directa.

3 = Es causa muy directa.

3.1. Área de estudio

Puyo cuenta con una extensión de 96.65 km² se localiza en el cantón Pastaza de la Provincia de Pastaza, ciudad amazónica considerada como destino turístico de muchos visitantes.

Tena está ubicada en la Región Amazónica del Ecuador, en la Provincia de Napo, Cantón Tena, de la cual es su capital y cuenta con una extensión de 261,8 km. (PDYOT Tena, 2014)

3.1.1. Límites geográficos

La ciudad de Puyo se encuentra situada en los flancos externos de la cordillera oriental de los Andes, al occidente de la provincia de Pastaza.

La ciudad de Tena, está situada en el valle de desembocadura del río Tena en su afluencia al río Misahuallí, sobre la zona sub andina de la Codillera de los Andes.

3.1.2. Vías de acceso

Las principales vías de acceso a la ciudad de Puyo son: a 100 Km de la Ciudad de Ambato (Provincia de Tungurahua), 110 Km de Riobamba (Provincia de Chimborazo), 79 km del Tena (Provincia de Napo), 129 km de Macas (Provincia de Morona Santiago), 222 km de Quito (Provincia de Pichincha) y a 372 km de Guayaquil Provincia del Guayas.

La ciudad de Tena se encuentra a 186 Km de distancia por carretera de la capital del Ecuador y a 428 km de la ciudad de Guayaquil. Cuenta con varias vías de acceso como la vía Puyo-Tena de 79 Km, y la vía que permite la conexión con Orellana de 110 Km que corresponden a vías de la red vial de la troncal amazónica (E-45) que integra a las capitales provinciales de la Amazonia.

3.1.3. Localización geográfica Puyo

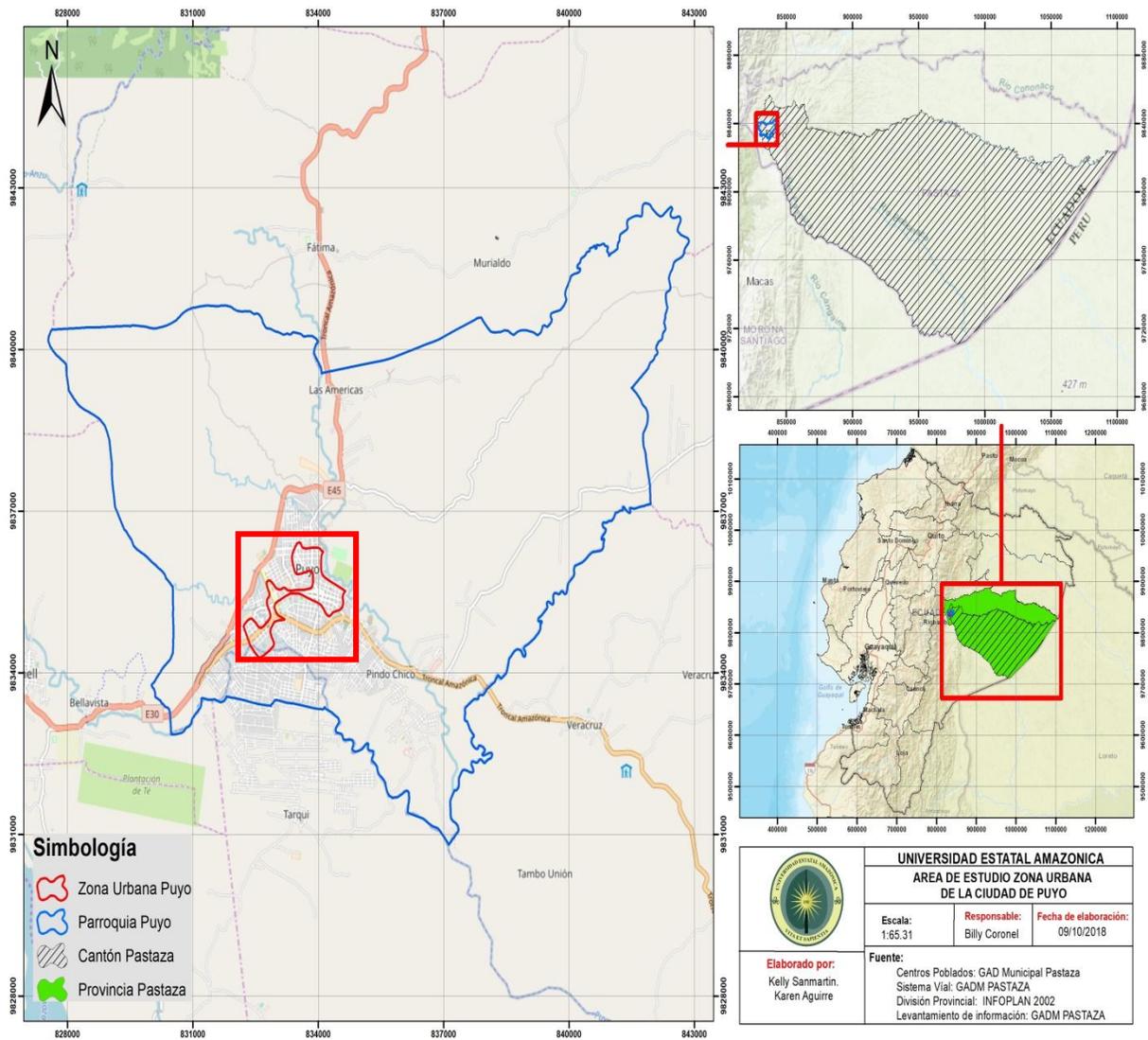


Figura 3 Mapa del área de estudio de la zona urbana de la Ciudad de Puyo

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.1.4. Localización geográfica Tena

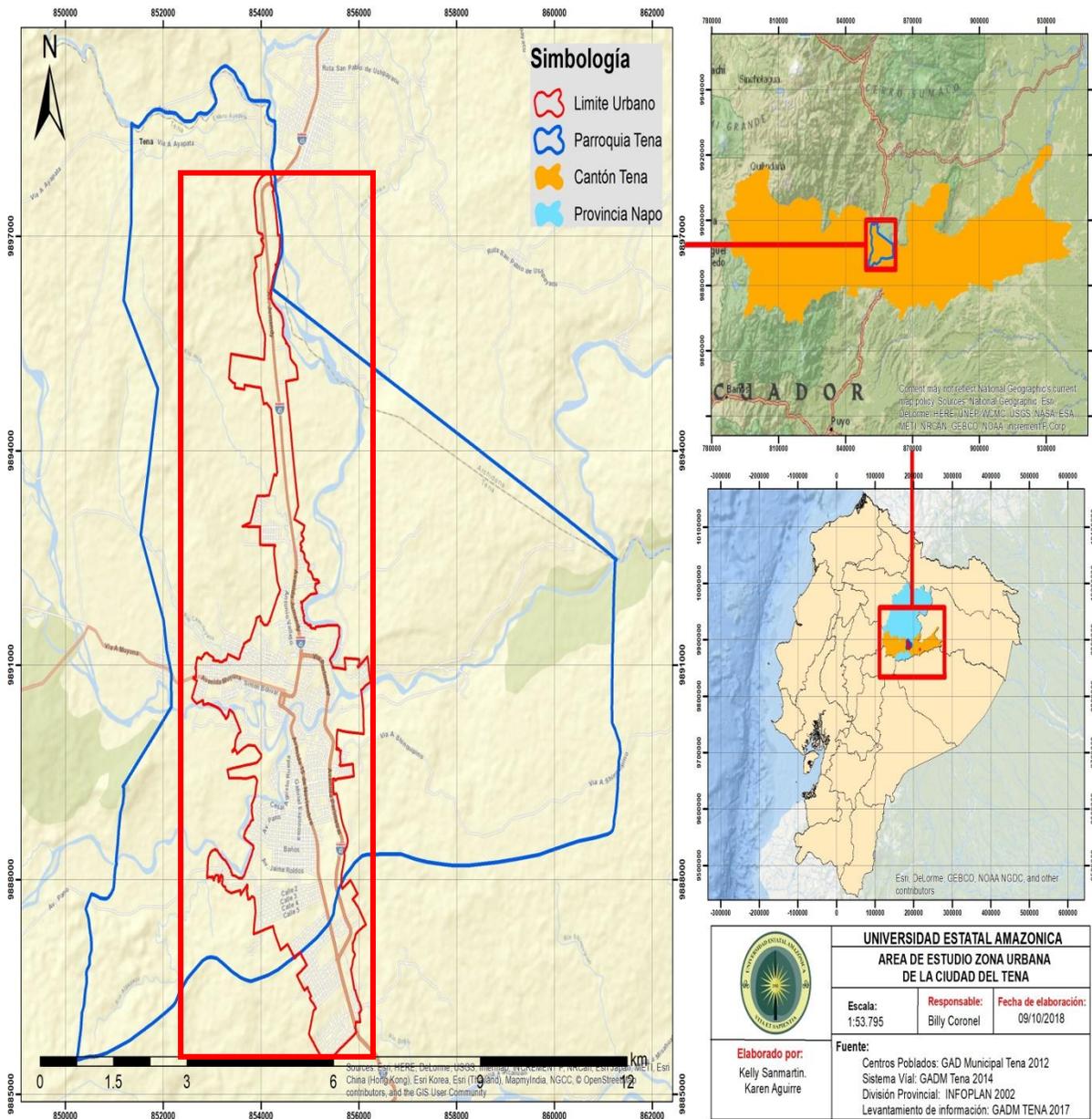


Figura 4 Mapa del área de estudio de la zona urbana de la Ciudad de Tena

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.1.5. Clima

El clima de Puyo es húmedo tropical, a lo largo del año tiene precipitaciones constantes por lo que no hay una estación seca bien definida, la temperatura oscila entre 17° C y 24° C. (PDYOT Pastaza, PLAN DE DESARROLLO ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON PASTAZA, 2015).

La ciudad de Tena cuenta con una temperatura que se mantienen muy templadas a lo largo de todo el año. Su temperatura máxima es de 28°C y su mínima de 9°C. Su temperatura media anual es de 25°C. (PDYOT Tena, 2014)

3.1.6. Población

La población de Puyo según el VII censo de Población y VI de Vivienda, realizado por el INEC en el año 2010 es de 36.659 habitantes.

Su población en Tena es de 33.934 habitantes según el censo 2010. (PDYOT Tena, 2014)

3.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL COMPONENTE BIOFÍSICO DE LOS CANTONES DE TENA Y PASTAZA

Para el cumplimiento del primer objetivo, se realizó el diagnóstico del medio biofísico de los diferentes cantones.

Para realizar este análisis nos ayudamos con el Plan de Ordenamiento Territorial de cada Cantón, que tuvo como última actualización en el año 2015 para el cantón Pastaza y en el 2014 para el cantón Tena.

Componente biofísico

También es llamado como eje Ambiental, corresponde al patrimonio, características naturales y físicas del territorio. Permite establecer potencialidades y problemas dados por las características propias del territorio, sus recursos para poder establecer propuestas y estrategias adecuadas de gestión territorial.

Diagnóstico biofísico

El componente biofísico es la constitución de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, es decir el recurso natural en el cual se desarrollan las diversas actividades de la población. Las principales variables son: relieve, geología, suelos, uso y cobertura del suelo, clima, recursos

naturales no renovables, ecosistemas naturales y frágiles, agua, aire, áreas protegidas, amenaza o peligros.

3.2.1. CANTÓN PASTAZA - CANTÓN TENA

3.2.1.1. Relieve

El cantón Pastaza al estar ubicado en la amazonia tiene afectación de sus estribaciones pertenecientes al piedemonte, y por el contrario su gran extensión amazónica está caracterizada por ser relieves planos a ondulados que van desde los 154 hasta los 500 msnm dando un porcentaje del total del territorio del Cantón de 94.68% que pertenece a altitudes menores a los 500 msnm, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 5. *Altitudes de los relieves del Cantón*

ALTITUD (msnm)	ÁREA (ha)	PORCENTAJE
154 a 250m	534665.08	26.91%
251 a 500m	1168507.16	58.81%
501 a 750m	178021.84	8.96%
751 a 1000m	71418.47	3.59%
1001 a 1417m	32628.18	1.64%
1251 a 1417m	1642.18	0.08%
TOTAL	1986883.10	100.00%

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2013)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

El cantón Tena se divide de oeste a este en 5 grandes zonas diferenciadas entre si desde la zona de la cordillera real que corresponde a la vertiente andina alta que es en superficie el mayor relieve cantonal con el 44%, seguida de los relieves colinadas de la cuenca amazónica (19.27%), que bordean la ribera del rio Napo inmediatamente después del piedemonte andino (15.03%) que comprende los relieves sub montañosos de los alrededores de la cabecera cantonal y Chontapunta, contando el cantón con una latitud media de 510 msnm.

Tabla 6. Principales relieves presentes en el cantón Tena

Relieve	Área (Ha)	%
Vertiente Andina Alta	169143.34	44.01
Cuenca Amazónica colinada	74046.52	19.27
Piedemonte Andino	57760.63	15.03
Vertiente Andina	37707.89	9.81
Cuenca Amazónica plana	35696.30	9.29

Fuente: (GADM TENA, Principales formaciones geomorfológicas presentes en el cantón Tena, 2014)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.2.1.2. Geología

Pastaza al ser el cantón de mayor extensión a nivel nacional, cuenta con 9 formaciones geológicas a lo largo de todo su territorio que van desde 1000.00 ha hasta extensiones de 718935 ha. La más extensa en el cantón es la Formación Chambira, perteneciente a los periodos geológicos del Mioceno y Plioceno (24 millones de años A.C), está conformada principalmente por Areniscas, lutitas y tobas que son de origen sedimentario.

El cantón Tena tiene 2 zonas geológicas: la Cordillera de los Andes (Real) entre los 2.500 msnm y los 5.700 msnm de altura donde están las altas montañas con crestas agudas, valles glaciares conjuntos lacustres de origen volcánico (formación Pisayambo) que cubre las formaciones geológicas metamórficas e intrusivas de esta zona montañosa y la zona subandina con el sistema montañoso de la cordillera Galeras profundizándose hasta río Napo.

3.2.1.3. Uso de suelo

3.2.1.3.1. Uso del suelo y cobertura vegetal

El cantón Pastaza se encuentra en la Amazonia Ecuatoriana, esto quiere decir que la mayor parte de la cobertura del suelo es de bosque primario:

Según el análisis de uso del suelo actual (2013), el MAGAP, ha definido 5 macro categorías de uso del suelo a nivel de todo el país:

1. Bosques
2. Tierra Agropecuaria

3. Cuerpos de Agua
4. Zonas Antrópicas
5. Otras Tierras

Tabla 7. *Uso del suelo principal del Cantón*

DESCRIPCIÓN	ÁREA(Ha)	PORCENTAJE
Bosque	1886967,33	94,64%
Áreas Agropecuarias	93620,58	4,70%
Cuerpos de Agua	10888,27	0,55%
Áreas Antrópicas(Asentamiento poblacionales)	2266,02	0,11%
Otras Tierras (Bancos de Arena)	129,8	0,01%
TOTAL	1993872	100,00%

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2013)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

La cobertura vegetal se refiere a la vegetación en estado natural que cubre la superficie en un amplio rango de subregiones con diferentes características fisionómicas y ambientales desde pastizales hasta áreas cubiertas por bosques naturales en el Cantón Tena.

Tabla 8. *Cobertura vegetal y uso de suelo Nivel I (%)*

DESCRIPCIÓN	%
Bosque	65,13
Tierra agropecuaria	18,23
Vegetación arbustiva y herbácea	14,84
Cuerpos de agua	1,26
Otras tierras	0,35
Zona antrópica	0,16

Fuente: (GADM TENA, Principales formaciones geomorfológicas presentes en el cantón Tena, 2014)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.2.1.4. Clima

3.2.1.4.1. Temperatura

El cantón Pastaza tiene una temperatura media de 21.60°C, aunque en el cálculo anual de temperatura a nivel amazonia en el año 2013 la temperatura a nivel de las estaciones meteorológicas ubicadas en la ciudad de Shell y Puyo han tenido un incremento de aproximadamente 0.3°C y 0.7°C respectivamente, como se puede ver en la tabla siguiente:

Tabla 9. *Temperatura media anual del Cantón Pastaza y variación anual*

LOCALIDAD	TEMPERATURA MEDIO NORMAL ANAL	TEMPERATURA MEDIA ANUAL 2013	ANOMALÍA(°C)
Lago Agrio Aeropuerto	26.00	25.80	-0.2
Coca Aeropuerto	26.60	26.20	-0.5
Nuevo Rocafuerte	26.40	26.70	+0.30
Pastaza Aeropuerto	21.30	21.60	+0.30
Puyo	21.60	22.30	+0.70
Macas Aeropuerto	21.90	22.00	+0.00

Fuente: (Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, 2013)

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

Según el análisis climatológico a nivel de la amazonia en el año 2018, la estación Pastaza registró un récord positivo en su historial con una temperatura máxima de 33.1°C. (INAMHI, 2018)

El cantón Tena por localizarse en la Región Amazónica del Ecuador posee altas temperaturas y elevada humedad. La temperatura media es de 20.4°C.

Tabla 10. Principales parámetros climáticos del cantón Tena

Variable	Descripción
Precipitación	4600 mm – 800 mm
Temperatura	24.48 °C – 23.41 °C
Humedad	90.27% - 87.73%
Pisos climáticos	Paramo lluvioso, Tropical semi-húmedo y húmedo
Humedad	80 – 90 %

Fuente: (GADM TENA, Principales formaciones geomorfológicas presentes en el cantón Tena, 2014)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.2.1.4.2. Precipitación

La precipitación media anual del cantón Pastaza, es de 4524.7 mm³/año, pero al año 2013 ha existido una variación de un 13 % anual. (Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, 2013)

Tabla 11. Precipitación media anual del Cantón Pastaza y variación 2013

LOCALIDAD	PRECIPITACIÓN NORMAL ANUAL	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL 2013	% DE VARIACIÓN ANUAL
Lago Agrio Aeropuerto	3251.50	4048.70	+25.00
Coca Aeropuerto	3211.10	2685.30	-16.00
Nuevo Rocafuere	2862.10	2819.30	-1.00
Pastaza Aeropuerto	5352.10	5192.00	-2.00
Puyo	4524.70	5120.50	+13.00
Macas Aeropuerto	2489.70	2483.00	0.00

Fuente: (Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, 2013)

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

La ciudad de Puyo y sus alrededores, han recibido en el año 2013, un récord en el número de días de precipitación, llegando a 310 días. En la región Oriental los días con precipitación oscilaron entre 227 (Coca Aeropuerto) a 310 días en El Puyo.

Tabla 12. *Días de precipitación del año*

LOCALIDAD	TOTAL DE DÍAS DE PRECIPITACIÓN
Lago Agrio Aeropuerto	241
Coca Aeropuerto	227
Nuevo Rocafuerte	253
Pastaza Aeropuerto	298
Puyo	310
Macas Aeropuerto	294

Fuente: (Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, 2013)

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

Según el INAMHI en el 2018 la ciudad de Puyo presentó el mayor volumen de precipitación con 262.8mm en 19 días con lluvia. (INAMHI, 2018)

En el cantón Tena las máximas precipitaciones se presentan en los meses de mayo, junio y julio, señalándose que en el mes de abril se producen los más altos niveles de precipitación, pero de forma esporádica; de ahí que, es en el mes de junio donde se registran las máximas actividades lluviosas, con niveles que llegan hasta los 462.8 mm, en promedio, en el período de estudio comprendido entre 1991 a 2005.

En cuanto a sus precipitaciones máximas registradas en 24 horas, se observa que, en el mes de junio de 1995, alcanza su máximo valor que es de 151 mm. En cuanto a la precipitación anual de la ciudad de Tena es algo superior a 3800 mm. (PDYOT Tena, 2014)

3.2.1.5. RECURSOS NATURALES

3.2.1.5.1. Fauna y Flora

Como se menciona en el apartado de cobertura del suelo actual del Cantón Pastaza, el bosque ocupa casi el 95% del total de la superficie.

El bosque Húmedo tropical es el bioma más complejo de la tierra en términos de su estructura y diversidad de especies; pero no todo el BHP se encuentra en buen estado, por la deforestación y la caza (PDYOT Pastaza, 2015).

Las principales especies de flora y fauna amenazadas son:

Tabla 13. *Especies en peligro de extinción o amenazadas*

RECURSO	DESCRIPCION DEL RECURSO BAJO PRESIÓN (nombre común)	NOMBRE CIENTÍFICO	CAUSA DE DEGRADACIÓN
Fauna	Mono chorongó	Lagothrix lagotricha	Caza indiscriminada, deforestación
Fauna	Tapir Amazónico, Vaca de Monte, Danta	Tapirus terrestris	Caza indiscriminada
Fauna	Loros, Guacamayos (general)	Ara spp.	Deforestación, caza indiscriminada
Fauna	Puma o León Americano	Felis concolor	Caza indiscriminada y deforestación de sus hábitats
Fauna	Sahino, Pecari, Wangana	Tayassu tajacu	Caza indiscriminada y deforestación de sus hábitats
Fauna	Guanta, Pacarana, Tirira	Agouti Paca	Caza indiscriminada
Flora	Bromelias	Bromeliaceae	Deforestación, cambio climático
Flora	Heliconias: obscura, berryi y brenneri	Heliconiaceae	Deforestación, cambio climático
Flora	Aniba pilosa	Lauraceae	Deforestación, cambio climático

Fuente: (Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, 2013)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.2.1.5.2. Fauna y flora

La forma alargada del cantón, en sentido este-oeste, otorga a Tena una privilegiada distribución de ecosistemas, desde los páramos de almohadillas sobre los 4000 msnm hasta los bosques amazónicos bajo los 600 msnm. Esta característica le otorga al cantón una gran variedad de ecosistemas que posibilita hábitats para una gran diversidad de especies de flora y su correspondiente fauna. (PDYOT Pastaza, 2015)

Las condiciones biogeográficas de la región de la reserva de biosfera Sumaco permiten la existencia de una gran riqueza faunística, esto debido a la gran variedad de pisos altitudinales, nichos ecológicos y hábitats tanto del trópico húmedo amazónico, como de las estribaciones orientales de los Andes y las cordilleras sub andinas, por estas condiciones la fauna en Tena es diversa, característica del trópico húmedo de la Amazonia Alta entre cuyas especies se encuentran más de 80 especies de mamíferos algunos de ellos amenazados.

Tabla 14. Especies de aves y herpetofauna amenazadas en el cantón Tena

Recurso	Descripción del Recurso bajo presión	Nombre científico (Familia, genero, especie)	Amenaza	Causa de degradación
Fauna (ave)		<i>Picidae, Campephilus, melanoleucu</i>	Amenazada	Deforestación
Fauna (herpeto)	Sapito	<i>Dendrobatida, Epipedobates, cf, bilinguis</i>	En peligro de extinción	Deforestación, Expansión de la frontera agrícola
Fauna (herpeto)	Sapito	<i>Dendrobatida, Epipedobates, cf, zaparo</i>	En peligro de extinción	Deforestación, Expansión de la frontera agrícola
Fauna (herpeto)	Sapito	<i>Dendrobatida, Epipedobates, zaparo</i>	En peligro de extinción	Deforestación, Expansión de la frontera agrícola
Fauna (herpeto)	Rana	<i>Hylidae, Phyllomedusa, tomopterna</i>	En peligro de extinción	Deforestación, Expansión de la frontera agrícola

Fuente: (Ministerio del Ambiente , 2009)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 15. Especies endémicas amenazadas en los ecosistemas en el cantón Tena

Recurso	Nombre científico (Familia, genero, especie)	Amenaza	Causa de degradación
Flora	<i>Meliaceae, Swietenia, macrophylla</i>	En peligro de extinción	Expansión de la frontera agrícola, Deforestación
Flora	<i>Zingiberace, Hadychium, coronarium</i>	En peligro de extinción	Deforestación

Fuente: (Libro Rojo Ecuador, 2011)

Flora	<i>Cycadaceae, Zamia, ulei</i>	En peligro de extinción	Deforestación,
Flora	<i>Ulmaceae, Ampelocera, longissima</i>	Amenazada	Deforestación,
Flora	<i>Campanulaceae, Centropogon, papilosus</i>	Amenazada	Deforestación,
Flora	<i>Poaceae, Festuca, sodiroana</i>	Amenazada	Pastoreo

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.2.1.6. ECOSISTEMAS

3.2.1.6.1. Ecosistemas frágiles y prioridades de conservación

La amazonia es uno de los grandes biomas del mundo, donde el ecosistema predominante son los bosques.

En Pastaza la predominancia es del bosque a lo largo de toda su extensión, pero existen otros pequeños ecosistemas como ríos, lagunas, las orillas de los mismos y el área intervenida.

Tabla 16. *Ecosistemas del Cantón Pastaza*

ECOSISTEMA	HECTAREAS (ha)	PORCENTAJE
Bosque siempre verde de tierras bajas del Tigre-Pastaza	1545716.77	77.4%
Bosque siempre verde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	162058.18	8.12%
Intervención	90453.4	4.53%
Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonia	79138.56	3.97%
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas	60664.32	3.04%
Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonia	21884.2	1.10%
Agua	166676.95	0.84%
Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico	14111.19	0.71

Bosque siempreverde de tierras bajas con bambú de la Amazonia	1850.73	0.09%
Herbazal inundado lacustre-ripario de la llanura aluvial de la Amazonía	885.81	0.04%
Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	776.59	0,04%
Bosque siempreverde de tierras bajas del Abanico del Pastaza	5.41	0.00%
Otras Áreas	815.05	0.04%
	1995037.16	100.00%

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2013)

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

En el análisis de los componentes se establece los indicadores de flora en cuanto al endemismo de las especies florísticas y su sensibilidad, así como de la fauna endémica; con estos elementos se puede identificar el alto endemismo, y concentración de especies como el indicador principal que define la prioridad de conservación de los ecosistemas.

Tabla 17. *Ecosistemas y sus prioridades de conservación*

Ecosistema	Extensión (Ha)	Prioridad de conservación
Bosque siempre verde piemontano de la amazonia	29481.48	Alta
Bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia	94710.81	Alta
Bosque de neblina montano de los andes orientales	33830.19	Alta
Bosque siempre verde montano bajo de los Andes orientales	35925.35	Media
Bosque siempre verde montano alto de los Andes orientales	46112.72	Media
Paramo de Almohadillas	36076.30	Baja
Paramo herbáceo	416.34	Baja

Fuente: (PDYOT Tena, 2014)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.3.PROPORCIÓN Y SUPERFICIE DE TERRITORIO CONTINENTAL BAJO CONSERVACIÓN O MANEJO AMBIENTAL

En el cantón Pastaza no se encuentra Áreas protegidas que pertenezcan al SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas), sino solamente Bosque protectores que algunos pertenecen al PANE (Patrimonio de Áreas Naturales del Estado) y otros privados; que son los siguientes:

Tabla 18. *Bosques Protectores del Cantón Pastaza*

NOMBRE	SUPERFICIE (ha)	TIPO	INFORMACIÓN LEGAL
Moravia	296.64	Privado	Registro Oficial No. 172 del 14 de octubre de 1997 con Resolución Ministerial No.29 del 11 de julio de 1997
Tsuraku' Arutam	2742.70	Estatal	Registro Oficial No. 36 del 3 de abril de 1997 con Resolución Ministerial No.13 del 24 de marzo de 1997
Jawa Jee	35.00	Estatal	Registro Oficial No. 40 del 22 de abril de 1997 con Resolución Ministerial No.14 del 24 de marzo de 1997

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2013)

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

Como se puede observar en los datos anteriores, solo dos de los tres bosques protectores que tienen área dentro del cantón Pastaza son estatales o pertenecen al PANE y el bosque privado de La Moravia, que se extiende en los cantones de Mera y Pastaza es Privado. . (PDYOT Pastaza, 2015)

En cuanto a la situación actual de las áreas bajo conservación tenemos lo siguiente:

Tabla 19. Áreas bajo conservación en Bosque Protector

NOMBRE DEL ÁREA PROTEGIDA	SUPERFICIE CON COBERTURA NATURAL	PORCENTAJE DEL CANTÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN PRINCIPALES PRESIONES ANTRÓPICAS	PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN (MAE)
Moravia	296.64	0.0015%	Mediamente Alterado, Deforestación	Media
Tsuraku' Arutam	2742.70	0.0137%	Mediamente Alterado, Deforestación	Media
Jawa Jee	35.00	0.0002%	Altamente intervenido, Deforestación	Media

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2013)

Elaborado: Aguirre-Sanmartín

El cantón Tena posee áreas naturales de alto valor de conservación así como de un alto grado de biodiversidad, que ocupan una superficie total de 190096.014 Ha correspondiente a las áreas con categorías de conservación, esto corresponde a 48.75% del territorio, de las cuales las áreas del Patrimonio Natural de Áreas Protegidas (PANE) ocupan el 37%.37%, los bosques protectores (BVP) el 4.09%, el patrimonio forestal del estado (PFE) el 6.76% y los bosques protectores privados el 0.53%. (PDYOT Tena, 2014)

3.4.RECURSOS NO RENOVABLES Y RENOVABLES

En el cantón Pastaza, contamos con la explotación de los combustibles fósiles y la minería, existen concesiones mineras dentro del cantón o que se encuentren intersectados con los límites cantonales en alguna parte de su polígono físico.

Existen 24 concesiones, las cuales: 3 son para aprovechamiento de materiales no metálicos, 2 para explotación de materiales metálicos (Oro) y los 19 restantes son exclusivamente para extraer materiales de construcción de los ríos (pétreos). (PDYOT Pastaza, PLAN DE DESARROLLO ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON PASTAZA, 2015)

Actualmente son 18 bloques petroleros existentes dentro del cantón Pastaza, de los cuales solo dos tienen operadoras extrayendo crudo y gas natural; y cinco de los dieciocho se encuentran en negociaciones para operadoras con el fin de explorar y explotar el crudo o gas.

En el cantón Tena Según la información oficial existente se establece la presencia de oro en los ríos: Jatunyacu, Anzu, Napo, Verde Yacu, Huambuno. Además, se registra indicios de otros metales como plomo, cobre, zinc, plata, antimonio, estaño y hierro, en la cordillera Real Oriental. En cuanto a minerales no metálicos existe la presencia de calizas para la elaboración de cemento y calizas en 3 sitios de Puerto Napo (Godoy, Antares, Amazonas) y arenas Silíceas en Pununo, Puerto Misahuallí. Se ha detectado también ámbar y mármol en la vía Puerto Napo a Puerto Misahuallí. (PDYOT Tena, 2014)

Los depósitos de los materiales de construcción existen en los depósitos aluviales y de terrazas principalmente en los ríos: Misahuallí, Anzu, Jatunyacu, Napo.

Tabla 20. Recursos minerales metálicos y no metálicos en el cantón Tena

Recurso	Descripción	Tipo de infraestructura	Numero de concesiones	Superficie ocupada (Ha)	Observaciones
Combustibles fósiles	Petróleo	6 pozos	2	159998.98	2 bloques en fase de explotación
Mineral	Oro aluvial	Ninguna concesión minera en fase de explotación	27	13042.22	Minería artesanal (17), Concesión minera (6),
Materiales Pétreos	Materiales de construcción	1 concesión minera en fase de explotación	40	1071.47	Concesión minera (3), Explotación (1),

Fuente: (PDYOT Tena, 2014)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.4.1. Agua

El agua se lo toma en tres puntos de vista: como recurso, como medio receptor de residuos y como ecosistema. (Orea, 2008)

En cuanto a la cantidad de agua, esta no ha sido contabilizada y no se ha encontrado estudios de otras cuencas pertenecientes al Cantón, más bien se ha realizado mediciones de caudales de ríos, proyectos específicos para estudios de sistemas de agua e infraestructura.

Según datos obtenidos, se determina que las fuentes con menor contaminación son las de los diques de Fátima y las Palmas y las más contaminadas corresponden a Pindo Chico, Pindo Grande, Salomé y dique de Veracruz (PDYOT Pastaza, 2015).

Por otro lado, es muy importante poner en conocimiento que estos ríos anteriormente mencionados, son ríos ubicados en la zona de piedemonte, y los ríos ubicados en la zona baja, es decir en la cuenca Amazónica, son ríos que reciben todas las aguas de los cuales anteriormente mencionados, y por la alta pluviosidad, acarrearán gran contenido de sedimentos (aguas turbias).

En el cantón Tena en cuanto a los sistemas de agua que se utilizan clasificados por el uso tenemos que existen 37 sistemas de agua para consumo humano, 2 usos para sistemas hidroeléctricos particulares y 4 para sistemas piscícolas de la información registrada.

Tabla 21. *Número de sistemas de agua por tipo y usuarios del cantón Tena*

Tipo	Beneficios	Cantidad
Sistemas de agua potable	Municipio de Tena	1
	Parroquias	6
	Colonias	1
	Comunidades	29
Sistemas hidroeléctricos	Particulares	2
Sistemas piscícolas	GAD Provincial de Napo	1
	Centros piscícolas	3
Total		37

Fuente: (Inventario y diagnóstico de los recursos hídricos de la provincia de Napo, 2008)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.5. IMPACTO Y NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL ENTORNO AMBIENTAL

A nivel del cantón Pastaza se describió en el apartado del agua las principales causas que han generado la contaminación de los cauces que sirven como sustento de agua potable para la principal concentración poblacional del cantón, teniendo como resultado que los focos de contaminación se encuentran distribuidos desde las zonas altas de las cuencas hidrográficas, así como también de la Ciudad de Puyo, cabeceras Parroquiales.

Los ríos con mayor impacto de contaminación por actividades antrópicas se los puede definir de la siguiente manera: grado de contaminación alto: Río Pastaza (Afluentes desde el río Tashapi

aguas arriba), Río Bobonaza (afluentes desde el poblado de Canelos aguas arriba); grado de contaminación medio: Río Arajuno, Villano, Río Copataza; grado de contaminación bajo: Ríos pertenecientes a la cuenca media amazónica. Pindoyacu, Kapawari, entre otros. (PDYOT Pastaza, 2015)

En cuanto a contaminación del recurso aire a nivel del Cantón Pastaza no se puede hablar de una contaminación atmosférica severa como en otros lugares del mundo o del país, sino más bien una contaminación parcial, que se debe principalmente a las pocas fábricas existentes a la ciudad de Puyo, emisiones móviles de CO₂ y de centros avícolas y de abonos; por lo que se puede definir que la principal emisión es la de Arboriente y la de la plataforma de extracción de Gas Natural en el Bloque 10 de AGIP. (PDYOT Pastaza, PLAN DE DESARROLLO ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON PASTAZA, 2015)

De acuerdo a los datos obtenidos de la revisión bibliográfica y del PDOT del Cantón Tena se han identificado varios tipos de contaminación entre ellos contaminación del aire, del viento y acústico (PDYOT Tena, 2014).

Aire

Debido al mejoramiento de las vías principales y secundarias del casco urbano de la ciudad se ha registrado la presencia del de monóxido de carbono, con un rango de medición de 0-999 ppm.

Visual

Este tipo de contaminación se debe al uso de publicidad a lo largo de la ciudad ya que existe un aumento de publicidad comercial a través de una gran variedad de colores intensos.

Acústica

La ciudad viene sufriendo un incremento de los niveles de ruido producidos por fuentes móviles, y fijas (altoparlantes, pequeñas industrias, etc.), tráfico de automóviles en las arterias principales.

3.6.DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CIUDAD DE PUYO Y TENA

Aunque en el PDYOT no se considere a los residuos sólidos como un punto importante, es necesario describir la situación actual de este.

El cantón Pastaza cuenta con 3 carros recolectores especializados para los residuos y además se ha contratado dos volquetas extras para recolectar los residuos sólidos. Existe 1 planta de tratamiento para lixiviados, 1 relleno sanitario para desalojo de los RS con una extensión de 2

ha para la disposición final de los desechos peligrosos hospitalarios del cantón. El municipio tiene 46 personas en total trabajando en temas de saneamiento, recolección de RS, entre otros. De acuerdo a la observación directa de campo realizada, hemos constatado que la ciudad de Tena no cuenta con un relleno sanitario adecuado al contrario cuenta con un botadero de residuos sólidos que en la actualidad ya es contralado y en que años anteriores se encontraban solo arrumando los residuos sólidos urbanos sin tratamiento alguno. (PDYOT Tena, 2014)

Además, el Municipio no presenta un buen manejo desechos, aplicando los procesos respectivos de un buen tratamiento de residuos por la falta de un relleno sanitario adecuado, la falta de separación en la fuente (de donde se generan los desechos) y por ende falta de educación y conciencia ambiental han conllevado a la población (domicilios, instituciones, comerciales y servicios) a generar residuos de una manera desmedida para una ciudad en desarrollo.

Es alarmante dar a conocer que el tiempo de almacenamiento del botadero de residuos es de 15 años, desde el 2005 al 2020 y que ya estamos próximos a un cierre definitivo pero lo más alarmante es qué vamos hacer con tantos residuos que se generan diariamente y que su disposición de almacenamiento final se está agotando.

La generación y acumulación de residuos de la ciudad y de las parroquias del cantón Tena en un botadero de basura sin tratamiento previo está ocasionando la sobresaturación del lugar previsto de disposición final, además está ocasionando la contaminación del estero el Chimbadero el mismo que desemboca en el Rio Misahualli a causa de los lixiviados generados por las celdas emergentes con las que cuenta el botadero cabe resaltar que si se les está dando un previo tratamiento ya que cuentan con dos piscinas y están siendo tratadas por bacterias anaerobias y el pasto vetiver para tratar de minimizar el nivel de contaminación hacia el afluente. (PDYOT Tena, 2014)

Las causantes de la contaminación de las aguas de los ríos en la ciudad de Tena son:

- Descarga directa sin tratamiento previo de las aguas residuales urbanas.
- Contaminación de los acuíferos por infiltración de lixiviados del vertedero municipal de residuos sólidos actual debido a su ubicación.
- Vertedero descontrolado de residuos especiales como, por ejemplo, los aceites de los motores.
- Las descargas de aguas residuales se concentran en la ciudad de Tena y en las cabeceras parroquiales como consecuencia del crecimiento normal de estos centros urbanos.

- En cuanto al sistema de descargas, la ciudad de Tena tiene en funcionamiento 2 sistemas de alcantarillado: sanitario y pluvial, los mismos que tienen como cuerpos receptores los ríos Tena, Pano, Misahuallí, que rodean y/o cruzan la ciudad, así como los 5 esteros principales: Mamallacta, Paushiyacu, las Yerbitas, Las Palmas, Pepita de Oro que la recorren y desembocan en estos mismos ríos. En forma general se estima que las redes de alcantarillado en porcentaje se dividen en 60% sanitaria, 20% pluvial y 20% combinada.
- La cantidad de aguas servidas que se descarga a los cuerpos de agua equivalente en promedio al 70% del consumo medio diario de agua potable, la cual está en función de la cantidad de población a servir, de la dotación de agua potable y de ciertas características de infiltración y aguas ilícitas hacia las redes de alcantarillado sanitario en la ciudad, corresponde entonces a la suma de los caudales de aguas servidas domésticas, de infiltración, ilícitas e industriales. (PDYOT Tena, 2014)
- De acuerdo al número de descargas en operación, se define un total de 65 redes de alcantarillado de la red pública, distribuidas a lo largo de los cuerpos receptores de los ríos Tena, Pano, Misahuallí según la siguiente tabla:

Tabla 22. *Tipos de descargas de aguas residuales de los sistemas de alcantarillado de la ciudad de Tena.*

Cuerpo de agua	Sanitaria	Pluvial	Combinada	Total	Cajas de revisión de aguas servidas
Rio Pano	2	3	0	5	4
Rio Tena	5	2	4	11	10
Estero Mamallacta	4	4	2	10	10
Estero Pepita de Oro	3			3	3
Estero Paushiyacu	18	6	5	29	18
Rio Misahualli	5	6		5	3

Estero las Palmas	7	4	2	13	8
Total	44	19	13	76	56

Fuente: (GADM TENA, 2014)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

En cuanto a los sitios de descarga de aguas residuales de viviendas no conectadas a la red pública hasta el 2014 en Tena a través de un levantamiento de información en campo se pudo determinar que se descargan directamente a los ríos Pano, Tena y Misahuallí en total aproximado de 163 descargas tanto sanitarias, pluviales o combinadas; en la ciudad de Tena los esteros más contaminados son los esteros Paushiyacu (99), Esteros S/N (26), Estero Mamallacta (17).

3.7.PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS Y POTENCIALIDADES

Tabla 23. *Problemas y potencialidades eje biofísico Cantón Pastaza*

VARIABLES	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Uso y cobertura del suelo	El 94% del suelo cantonal es bosque húmedo tropical	Cambios de uso del suelo de zonas agrícolas a urbanas
Recursos no renovables	Existencia de explotación petrolera y minera de material pétreo	Deforestación de áreas de implantación de explotación petrolera y pétreo
Recursos naturales degradados		Perdida de flora y fauna por deforestación
Impactos y niveles de contaminación	Más del 70% del territorio cantonal se encuentra sin impactos ambientales	Contaminación de zonas altas de cuenca hídricas afectan a zonas bajas
Ecosistemas frágiles	El bosque húmedo tropical es uno de los ecosistemas más megadiversos en el mundo, tanto en flora como en fauna	Perdida de flora y fauna por intervención humana
Proporción y superficie bajo conservación	En el cantón cuenta con 3 bosques protectores	Áreas naturales protegidas existentes no pertenecen al SNAP
Ecosistemas para servicios ambientales	El 94% del suelo cantonal es bosque húmedo tropical	Ecosistemas para servicios ambientales se encuentran degradados en algunos sectores
Clima	Es cálido húmedo	Precipitación excesiva causa afectaciones a

		infraestructuras y actividades de los pobladores
Relieve	Más del 80% de la superficie cantonal son colinas no mayores a 40 mts de desnivel	Áreas con pendientes muy pronunciadas mayores al 50% de pendiente
Geología	La superficie cantonal existe 9 formaciones geológicas	Fallas geológicas están ubicadas a lo largo de todo el cantón
Suelos		Pobres en nutrientes, bajo potencial de retención en calcio, potasio y fosforo
Agua	La precipitación anual es mayor a 4500 mm al año	Los ríos y esteros contaminados con aguas servidas
Aire		Contaminación por ruido y partículas en sectores poblados

Fuente: (PDYOT Pastaza, PLAN DE DESARROLLO ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON PASTAZA, 2015)

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

Tabla 24. *Potencialidades y problemas del componente biofísico Cantón Tena*

Variables	Potencialidades	Problemas	Prioridad
Condiciones geográficas	Tena se encuentra a 186 Km de distancia por carretera de la capital del Ecuador, Cuenta con varias vías de acceso como la vía Puyo-Tena de 79 Km, y la vía que permite la conexión con Orellana de 110 Km que corresponden a vías de la red vial de la troncal amazónica (E-45) Capital de la provincia de Napo.	Limitada información del Crecimiento poblacional Plan de ordenamiento territorial sofisticado Falta de un relleno sanitario.	Media Media Muy Alta
Clima	Su posición latitudinal ecuatorial la ubica en una zona tropical lluviosa con sus características propias de temperaturas elevadas y abundantes precipitaciones.	Desbordamientos e inundaciones más frecuentes en los ríos Pano y Tena y Misahualli a causa de las altas de precipitaciones continuas en periodos muy cortos de tiempo.	Alta

Agua	El cantón tiene una riqueza en cuanto a la producción de recursos hídricos. Por la ciudad de Tena es atravesada por los ríos Pano y Tena que desembocan en el río Misahualli	La degradación de los cuerpos de agua circundantes asociados con la ubicación del botadero de residuos sólidos urbanos (El Chimbadero) y la eliminación de los desechos sólidos y lixiviados. Vertedero descontrolado de residuos especiales como, por ejemplo, los aceites de los motores en Tena	Muy Alta Alta
Aire	No existe contaminación pronunciada del aire por gases.	Presencia de malos olores a la población aledaña al botadero de residuos sólidos, como instituciones educativas y a la población circundante en la vía principal.	Alta
Suelo	Contaminación del suelo ya no apto para construcción.	Degradación del suelo por compactación de varios tipos de residuos sólidos urbanos en el área del botadero del cantón Tena.	Alta
Descarga de desechos sólidos	No existe una correcta clasificación de los desechos y por ende falta de educación ambiental	Generación y acumulación de residuos sólidos urbanos sin tratamiento. Poco espacio en un el lugar de disposición final.	Muy Alta Muy Alta

Fuente: (PDYOT Tena, 2014)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.8.ÁRBOL DE PROBLEMAS

El árbol de problemas es una técnica participativa que ayuda a definir problemas, causas y efectos de manera organizada, enfocando a un problema central.

Una vez que se ha realizado el análisis causa-efecto de los problemas de la ciudad de Puyo identificados mediante el diagnóstico del componente biofísico, se pudo evidenciar que existe un problema que es la falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos causado por el desinterés de las autoridades competentes en brindar educación ambiental a la ciudadanía sobre los residuos sólidos, la falta de colaboración de la población en cuanto a la clasificación de residuos desde la vivienda y la falta de educación y concientización ambiental hacia la población lo cual ha provocado la acumulación excesiva sólidos y la falta de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos (plástico, botellas, cartón).

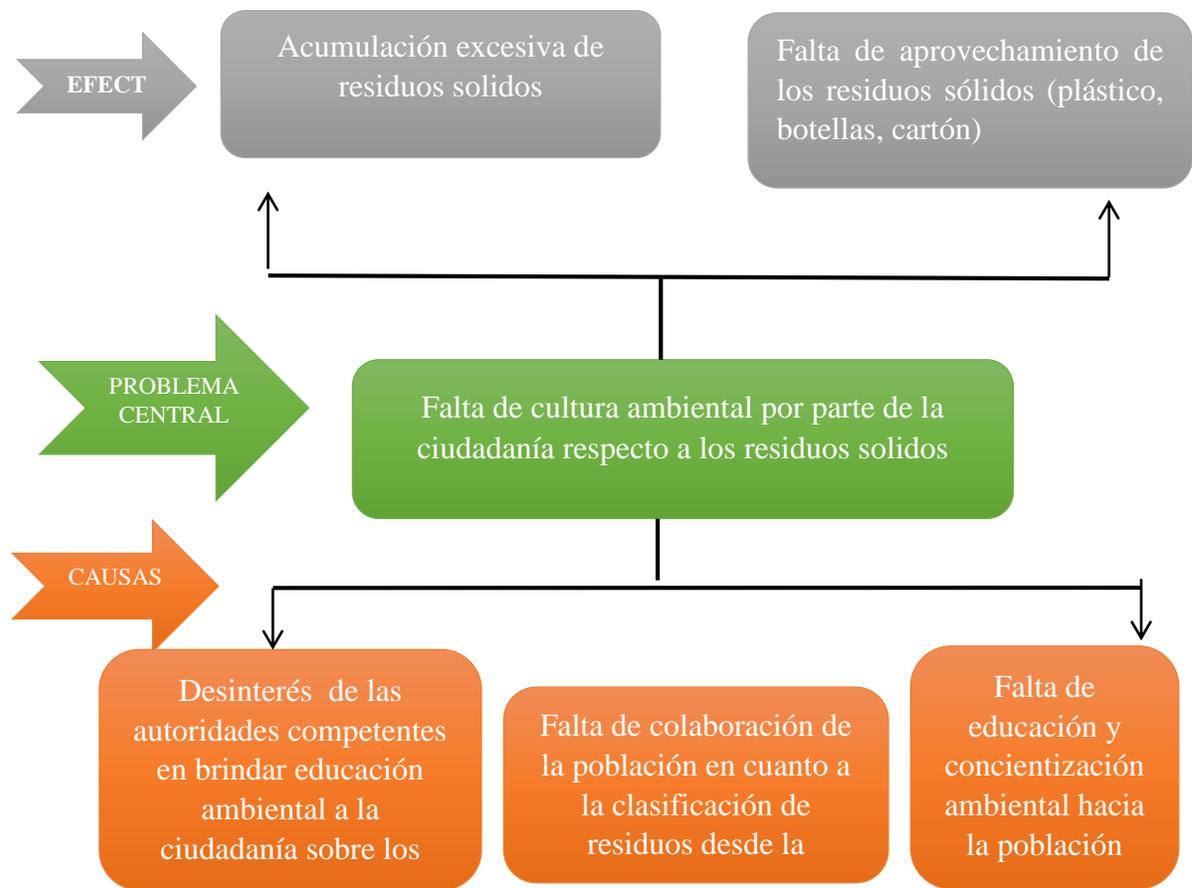


Figura 5 Árbol de problemas cantón Pastaza

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

El problema central de la ciudad de Tena es la falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos, se ve reflejada en la ciudad de Tena por falta de un relleno sanitario y falta de implementación de programas de educación y concientización ambiental, para que la disminución de residuos venga desde la fuente de generación (domicilios, Instituciones, comerciales y servicios) es decir la separación en la fuente nos ayudaría a minimizar la saturación de residuos en el botadero.

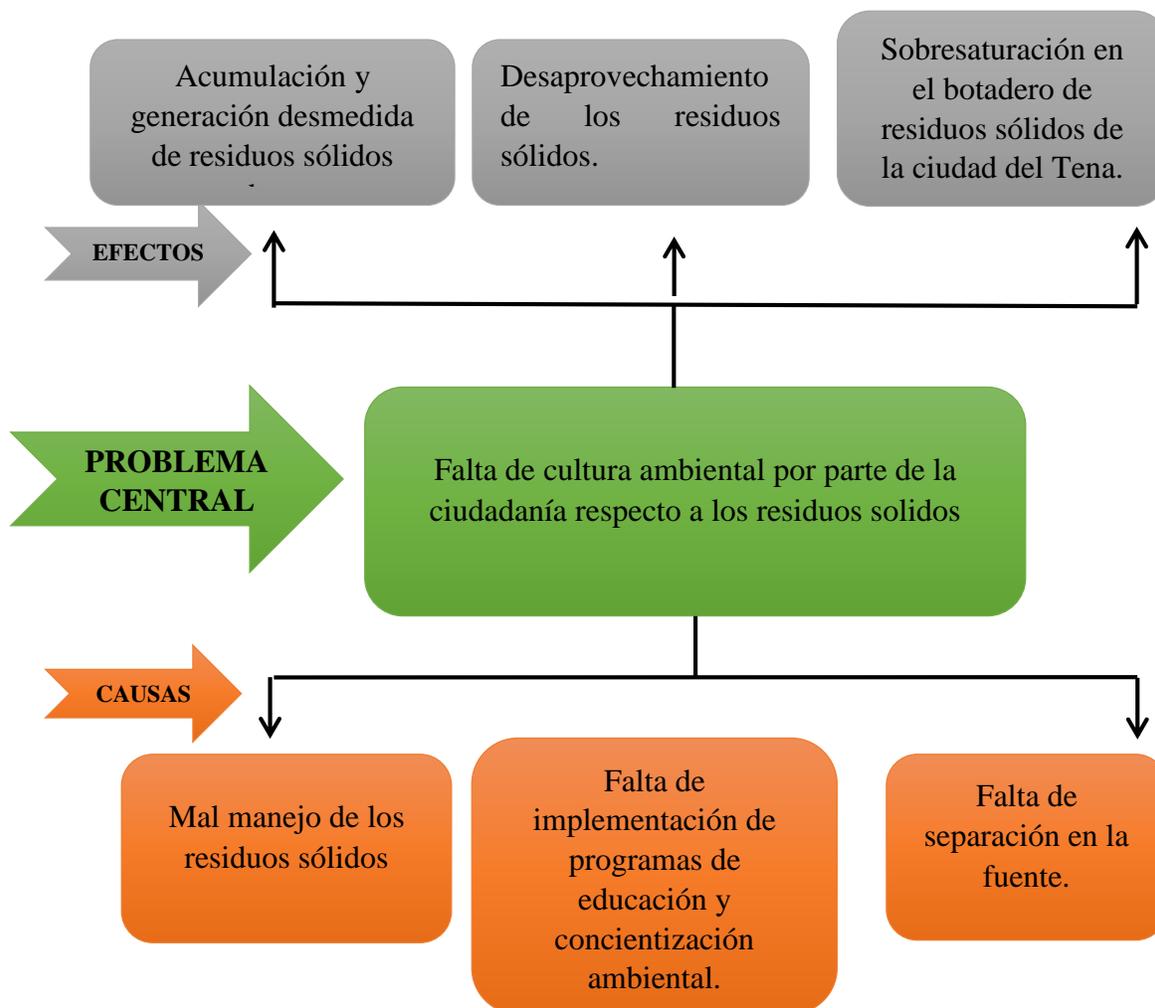


Figura 6 Árbol de problemas del cantón Tena

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

3.9.METODOLOGÍA DE LA GENERACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

3.9.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

Para determinar el número de muestras se utilizó la formula estadística de tamaño óptimo para poblaciones finitas (Álvarez, 2014).

Ecuación 5

$$n = \frac{\sigma^2}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{\sigma^2}{N}}$$

Fuente: (Álvarez Roman, 2014)

Dónde:

N= tamaño de la población
n= tamaño necesario de la muestra
Z= nivel de confianza deseado
 σ^2 = desviación estándar de la población.
E= error máximo aceptable.

3.9.1.1. Procedimiento para la Obtención de la Muestra

a) Definición de la población: La población para este estudio se identificó a través de los predios de la parte céntrica de las ciudades identificando 186 de Tena y 332 de Puyo.

Los predios se obtuvieron gracias al departamento de Avalúos y Catastros de los dos Municipios, obteniendo una lista de los propietarios de los predios de la zona céntrica de las ciudades.

b) División de la población: una vez obtenido la población se elaboró un mapa con los predios a muestrear de la zona céntrica de las ciudades, diseñando dos rutas de muestreo.

c) Ubicación de las rutas de la zona céntrica de las ciudades de Tena y Puyo.

3.9.1.2. Aplicación de la Teoría del Muestreo

En la zona de muestreo se empleó el método aleatorio sistemático para las dos ciudades amazónicas, el cual para obtener las muestras probabilísticas del mismo se escogió un patrón en forma de (S) y se planteó la fórmula de (k) enésimo, que es el intervalo para dividir el marco muestral para abarcar el área de predios de cada una de las cuadras de la zona céntrica de las ciudades. El método más común para la selección y para determinar el número de muestras es la fórmula estadística de tamaño óptimo para poblaciones finitas.

Ecuación 6

$$n = \frac{\sigma^2}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{\sigma^2}{N}}$$

Fuente: (Álvarez, 2014)

Para determinar el **k enésimo** se planteó la siguiente formula:

Ecuación 7

$$k = \frac{N}{n}$$

Dónde:

N= tamaño de la población

n=tamaño necesario de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se consideraron los predios del área de estudio, un nivel de confianza del 1,96%, un nivel de error máximo aceptable de 0,05 y un nivel de variación de 0,5.

3.9.1.3. Validez de la muestra

Para considerar que la muestra sea representativa para la ciudad de Tena y Puyo, es necesario considerar los valores en base a la tabla que emplea el CEPIS (1998) , que indica el número de muestras para la determinación de PPC.

Tabla 25. Número de muestras para la determinación de PPC

		Desviación estándar* de las muestras del estrato en cuestión (gr/hab/día)				
		50	100	150	200	250
Nro. total de viviendas del estrato en cuestión	500	3.8	14.9	32.3	54.7	80.6
	1,000	3.8	15.1	33.4	57.9	87.6
	5,000	3.8	15.3	34.3	60.7	94.2
	10,000	3.8	15.3	34.5	61.1	95.1
	Más de 50,000	3.8	15.4	34.6	61.4	95.9

Fuente: (CEPIS, 1998)

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Según el CEPIS (1998) el número de muestras para la determinación de PPC trabaja con el 95% de confiabilidad y un error permisible de 50gr/hab/día, se tomó en cuenta el número de total de viviendas del estrato en cuestión referente a 500 de la guía del CEPIS, se inició con un universo de 125 en la ciudad de Tena y 178 en la ciudad de Puyo respectivamente, según la desviación estándar, los rangos de viviendas para el Tena son de 150 y 200 para el Puyo, el rango promedio de recolección significativo a muestrear es de 32,3 y 54,7 respectivamente, durante el reconocimiento de los predios señalados en el catastro de las ciudades nos encontramos con lotes vacíos, viviendas en construcción, garajes de hoteles y con población que se negó a colaborar por falta de tiempo según lo manifiestan, al igual se continuo con el trabajo de recolección solo a las viviendas que demostraron todo su apoyo para cumplir con el objetivo del proyecto, esto demuestra que la recolección de predios a muestrear en la ciudad de Tena y Puyo con 76 y 92 predios son representativos para el tamaño de la muestra.

La guía del CEPIS (1998) manifiesta que es necesario fijar un número mínimo de muestras tal que los resultados a obtener reflejen con cierto grado de confianza y un reducido porcentaje de error de las condiciones prevalecientes en el universo poblacional.

3.10. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

3.10.1. Procedimiento para la Toma de Información

Una vez determinado el número de la muestra (número de predios) se llevó acabo de la siguiente manera.

- El equipo de investigación selecciono dos periodos de muestreo en diferentes fechas para este estudio comparativo en cada una de las dos ciudades céntricas de Tena y Puyo respectivamente.
- Se seleccionó de manera aleatoria sistemática los predios de las zonas céntricas a muestrear de la ciudad de Tena y Puyo con los catastros del centro de las ciudades.
- El equipo de investigación selecciono dos centros de acopio para el almacenamiento de los residuos y el trabajo de caracterización en los periodos de muestreo previsto.
 - 1.- Botadero de residuos de la ciudad de Tena
 - 2.- Relleno sanitario de la ciudad de Puyo
- Se realizaron encuestas y socializaciones a los predios a muestrear en las dos ciudades respectivamente para dar a conocer el proyecto del cual están involucrados en dos periodos de muestreo.
- Se comprometió a la ciudadanía a ser partícipe del proyecto.
- Se determinó la población permanente y flotante.
- Se codifico los predios seleccionados a muestrear.
- Se realizó la compra de equipos de protección personal.
- Se procedió a la vacunación antitetánica como medida de precaución.
- Recolección de los residuos a los predios a muestrear se realizaron en horarios de 3 a 5pm en el Tena y 7 a 10 pm en el Puyo todos los días durante el muestreo.
- Se realizó etiquetación diaria a cada una de las bolsas de residuos de los predios a muestrear con su respectivo código y fecha.

3.11. APLICACIÓN DEL MÉTODO SENCILLO DE ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DR. KUNOTOSHI SAKURAI

Esta metodología consiste en recolectar los residuos durante ocho días de muestreo y el noveno día proceder a realizarla (no considere los datos de los residuos recolectados el primer día de muestreo para el análisis). Durante el primer periodo en las dos ciudades se almaceno los residuos de ocho días de muestreo y el noveno se realizó la caracterización respectivamente. En el segundo periodo en la ciudad de Tena se almaceno los residuos durante los ocho días de muestreo y el noveno se realizó la caracterización respectiva, mientras que en la ciudad de Puyo

se realizó el peso diario y homogenización diaria de los residuos obteniendo 7.15kg diarios obteniendo así una muestra total de 50kg para realizar al final la caracterización en cuanto a la composición, volumen, densidad y la obtención de muestras para la determinación del poder calorífico.

Para el análisis del poder calorífico de los residuos de las ciudades se tomó como muestra papel cartón, plástico y los residuos de tipo orgánico colocándolos por separado en fundas ziploc con su respectiva codificación (ciudad, número de muestra, fecha y nombre de la muestra).

3.12. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación para el respectivo estudio comparativo es de tipo explicativo, descriptivo, directa o de campo porque se va a desarrollar la determinación de las causas más relevantes de la problemática ambiental de residuos que enfrentan las dos ciudades turísticas de una misma región amazónica pero diferentes provincias y las consecuencias que produce la generación de residuos sólidos, con el ecuaníme de dar solución a esta problemática ambiental, haciendo una comparación de generación de residuos sólidos de las ciudades y así conocer su situación actual.

Este proyecto también es de investigación aplicada ya que el estudio de generación de residuos sirve para implementar y crear cultura ambiental desde la fuente de generación así también para aplicar la misma metodología en otras ciudades medianas para el aprovechamiento recuperación, reutilización y reducción los residuos sólidos urbanos.

3.13. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Para definir y ampliar este proyecto de estudio comparativo se basa en dos métodos de investigación.

Método comparativo: busca comparar y encontrar formas similares sistemáticas basadas en diferentes documentaciones para definir el problema y poder tomar acciones para el crecimiento y mejora del estudio y así comprender las cosas desconocidas a partir de las conocidas.

Método analítico: camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos (Lopera, Ramírez, Zuluaga, & Ortiz, 2010).

La causa y efecto de su propia naturaleza nos ayudara a definir los problemas que enfrentan las dos ciudades amazónicas a causa de una mala organización y conciencia ambiental.

Y para ampliar esta investigación y tener datos concisos aplicaremos instrumentos y técnicas de observación, entrevistas, encuestas, análisis estadísticos y trabajo de campo in-situ.

3.14. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.14.1. Fases para el Estudio Comparativo de la Generación de Residuos Sólidos

Para la elaboración de este proyecto de investigación se realizaron las siguientes fases:

- Fase de recopilación de información
- Fase de diseño
- Fase de ejecución
- Fase de análisis

3.14.1.1. Fase de recopilación de información

Para recopilar la información realizamos encuestas y entrevistas dirigidas a la población de los predios seleccionados a muestrear, con el objeto de identificar las causas, efectos y la problemática que enfrentan las dos ciudades.

Esta técnica nos ayudó a obtener información de la fuente de generación de residuos más utilizada, el número de población permanente y flotante de los predios con áreas comerciales, servicios (hoteles, hostales y restaurantes) e instituciones públicas y domicilios y también con el objeto de determinar si existe concientización y separación de residuos en la fuente de generación.

3.14.1.2. Fase de diseño

3.14.1.2.1. Determinar el número de la muestra

El número de muestra se obtuvo mediante el método probabilístico aleatorio sistemático que consiste en escoger un patrón y en utilizar k enésimo como intervalo para seleccionar los predios a muestrear de tal manera que todos los predios identificados en las partes céntricas de las dos ciudades tengan la probabilidad de ser seleccionados.

3.14.1.2.2. Análisis de recorrido de tiempos y movimientos

En esta investigación de estudio comparativo donde se está analizando la etapa de generación de residuos de las dos ciudades y que para ello incluye la recolección de los residuos para

determinar su caracterización, se tomó el tiempo de recorrido y kilometraje desde su etapa inicial hasta su disposición final.

Este análisis de recorrido se realizó dentro de la parte centro de las dos ciudades de Tena y Puyo, en los dos muestreos, durante los 8 días de recolección.

A continuación, se señala las rutas de recolección de la zona céntrica de las dos ciudades amazónicas.

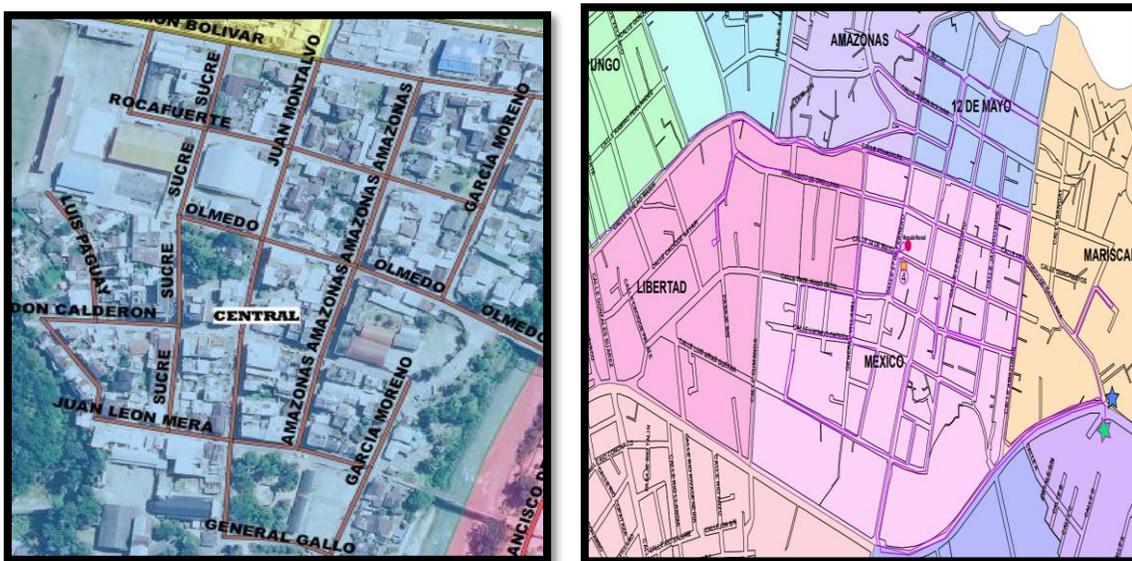


Figura 9 Ruta del camión recolector de la zona céntrica de la Ciudad de Tena y Puyo respectivamente

Fuente: (Departamento de Residuos Sólidos de Tena y Puyo, 2018)

3.14.1.3. Fase de ejecución

3.14.1.3.1. Socialización a los predios seleccionados para el muestreo

La socialización se realizó directamente al arrendatario y al dueño (a) del predio explicándoles quienes somos y que proyecto estamos realizando para mejora de las dos ciudades en ellas se explicó la correcta clasificación de los residuos, los días de recolección y horario de los dos muestreos en fechas establecidas.

3.14.1.3.2. Recolección de los residuos sólidos urbanos por cada predio

La recolección de los residuos se realizó en dos muestreos, en periodo nacional y en periodo normal.

En cada ciudad el periodo de recolección duro 8 días en cada muestreo aplicando la metodología de Kunotoshi (2000) para ciudades medianas. Se realizó el etiquetado con nombre del código de la vivienda y fecha diaria de cada bolsa de residuos de cada predio.

Los residuos recolectados de cada predio se transportaron en un camión convencional en la ciudad de Tena y una camioneta de una cabina en la ciudad de Puyo hasta el área de disposición final prevista para la caracterización de los residuos.

Durante la recolección y caracterización de los residuos fue necesario utilizar los equipos de protección personal (EPP) para evitar el contacto directo con los residuos y afectaciones a la salud con residuos corto punzantes.

3.14.1.3.3. Caracterización de los residuos sólidos urbanos

Durante la recolección, se etiquetaron las bolsas de residuos con códigos y fechas de todos los días para llevarlas hasta el centro de acopio y seguirlas almacenando durante 8 días según lo indica la metodología.

En la caracterización de la ciudad de Puyo en el periodo Nacional y Normal se trabajó conjuntamente con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Estatal Amazónica para la caracterización, clasificación y obtención de las muestras de residuos de plástico, orgánico papel y cartón, mientras que en la ciudad de Tena se logró trabajar con los estudiantes en el primer periodo y con recicladores del botadero en el segundo periodo para la respectiva caracterización y obtención de muestras.

3.14.1.3.4. Determinación de la composición física de los residuos sólidos urbanos

Para determinar la composición física de los RSU se aplicó el método de cuarteo, donde se colocaron los residuos sólidos en el suelo con un plástico de 6 x 4 metros con la finalidad de evitar el contacto directo de los residuos con la tierra. Se procedió a romper las fundas de residuos y a verterlas en el plástico para homogenizar las muestras. Esta determinación de composición se aplicó en los dos periodos de muestreo en la ciudad de Tena y Puyo respectivamente.

La determinación de la composición física a la basura se hace de la siguiente manera:

- a) Se toma la muestra de alrededor de 1m³ llevándola a un lugar pavimentado de preferencia en donde se vierte formando un montón.
- b) Se rompen bolsas y se cortan cartones y maderas contenidas en la basura hasta conseguir un tamaño de 15 cm por 15 cm o menos.

- c) Se homogeniza la muestra mezclándola toda.
- d) El montón se divide en cuatro partes y se escoge dos opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, luego se escoge dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 Kg De basura o menos.
- e) Se separan los componentes del montón último y se clasifican de acuerdo a las siguientes características:
 - f) Papel y cartón
 - g) Trapos
 - h) Madera y follaje
 - i) Restos de alimentos
 - j) Papel y cartón
 - k) Trapos
 - l) Madera y follaje
 - m) Restos de alimentos
 - n) Plástico, caucho y cuero
 - o) Metales
 - p) Vidrios
 - q) Suelo y otros
- r) Los componentes se van clasificando en cilindros pequeños que pueden ser de 50 litros.
- s) Se debe pesar los cilindros antes de empezar la clasificación usando la balanza de pie
- t) Una vez terminada la clasificación se pesan los cilindros con los diferentes componentes y por diferencia se saca el peso de los componentes.
- u) Se saca un porcentaje (%) de los componentes teniendo los datos del peso total y el peso de cada clase.
- v) Se necesita realizar este análisis con la mayor rapidez posible para evitar demasiada evaporación de agua. (CEPIS, 1998)

Comentario

Los componentes se clasificaron en saquillos y fundas plásticas grandes y pequeños, con ayuda de una balanza digital, se procedió a pesar el tanque vacío y se tomó medidas del mismo del ancho y altura, antes de empezar la clasificación y una vez concluida la clasificación se procedió

a verter los residuos en el tanque y a tomar el peso final de cada una de los componentes. Se calculó el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (W_t) y el peso de cada componente (P_i). (Kunotoshi, 2000)

Para obtener la clasificación de los residuos sólidos lo realizamos con el método del cuarteo hasta llegar a la muestra más pequeña, obtuvimos 7, 15 kg diarios del montón, hasta llegar a obtener una muestra significativa de 50kg. Después se procedió a realizar la clasificación de los residuos de los diferentes tipos y posteriormente se procedió a pesarlos en los recipientes.

En la zona céntrica de la ciudad de Tena se recogieron los residuos en 7 días ya que no existe recolección los días domingos para esta zona y es por eso que el día lunes se recolecto el doble de residuos del día anterior, el lunes la muestra significativa fue de (14,30kg) para cubrir la muestra representativa de 50kg. Esto se aplicó en los dos periodos de muestreo para la ciudad de Tena.

En la ciudad de Puyo la recolección de residuos de los dos periodos se realizó durante los 8 días que duro el muestreo.

3.14.1.3.5. FÓRMULAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

3.14.1.3.6. Calculo del porcentaje de la composición

Ecuación 8

$$\begin{aligned} & \textit{Porcentaje} (\%) \\ & = \frac{P_i}{W_t} * 100 \end{aligned}$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

P_i = peso de cada componente

W_t = peso total de los residuos recolectados en un día

3.14.1.3.7. Calculo del Volumen

Para determinar el volumen de los desechos sólidos se utilizó un recipiente cilíndrico, efectuando la fórmula para el cálculo del volumen de un cilindro.

Ecuación 9

$$V_C = h * d^2 * \pi / 4$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

V_C = volumen del recipiente (m³)

h = altura del cilindro (m)

d = diámetro (dm)

π = número pi

3.1.14.3.8. Determinación de la generación Per Cápita

Para determinar la PPC se implementó la siguiente ecuación:

Ecuación 10

$$PPC = \frac{P_{TRS}}{P}$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

PPC= Producción Per Cápita (kg/persona/día)

P_{TRS}= Producción total de residuos sólidos al día (kg/día)

P= Población (número de visitantes diarios)

Para determinar la generación total diaria se multiplica la generación per cápita por el número de habitantes de la localidad.

3.1.14.3.9. Determinación de la producción semanal

Para determinar la producción semanal de residuos sólidos generados se realizó:

Ecuación 11

$$\text{Producción semanal} = PPC * P$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

PPC= Producción Per Cápita (kg/persona/día)

P= Población (número de visitantes diarios)

3.1.14.3.10. Calculo de la densidad

Conocida la capacidad del recipiente se pesa vacío y se registra el peso (m_1), se determina el volumen (V).

Se deposita el residuo del cuarteo en el recipiente, se deja caer el recipiente contra el suelo tres veces desde una altura de 10 cm, de esta manera obtendremos el volumen compactado y si repetimos esta acción sin presionar los residuos tendremos el volumen suelto. Se pesa el recipiente con los residuos y se registra el nuevo peso (m_2).

Para calcular la densidad de los residuos necesitamos el peso neto de los mismos, se resta $m_2 - m_1$, y se obtiene **m**, que es el peso neto.

Conocido el peso neto se prosigue a utilizar la siguiente ecuación, para el cálculo final de la densidad.

Ecuación 12

$$\mathbf{p} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{v}}$$

Fuente: (CEPIS, 1998)

Dónde:

p = densidad (kg/ m^3)

m = masa (kg)

V = volumen (m^3)

3.14.1.4. Fase de análisis

Una vez identificado los problemas de acuerdo a la metodología de Vester se realizó el árbol de problemas identificando: problema central, causas y efectos de las dos ciudades.

Se procedió a realizar el análisis del poder calorífico del tipo de muestra de residuos orgánico, papel y cartón y plástico que se obtuvo gracias al análisis del Laboratorio de Servicios Ambientales acreditado por el SAE (Servicios de Acreditación Ecuatoriano) de la Universidad

Nacional de Chimborazo, con estos resultados se pudo recomendar alternativas de solución para el aprovechamiento de los residuos.

3.15. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

Para el presente proyecto de investigación se utilizaron recursos de suma importancia para validación del mismo

Tabla 26. *Materiales usados en el proyecto*

Humanos	Materiales
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega de oficios a los municipios de Tena y Puyo para la colaboración del Proyecto. ▪ Entrega de oficios a las instituciones públicas (cooperativas, instituciones educativas, SRI, Empresa Eléctrica, CNT) para la colaboración del Proyecto. ▪ Entrevistas a los técnicos del departamento de residuos sólidos de las dos ciudades. ▪ Entrevista y recorrido al botadero de residuos en la ciudad de Tena conjuntamente con los técnicos encargados. ▪ Entrevista y recorrido al relleno de residuos en la ciudad de Puyo conjuntamente con los técnicos encargados. ▪ Encuestas realizadas a la población seleccionada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Balanza digital ▪ Fundas ziploc ▪ Cinta de embalaje ▪ Cooler ▪ Etiquetas ▪ Palas ▪ Plásticos ▪ Aserrín ▪ Metro ▪ Tanques de 100l y 200l ▪ Computadoras ▪ 2 tableros plásticos ▪ 200 hojas impresas para encuestas ▪ Libreta de apuntes ▪ Esferográficos ▪ Registro del kilometraje y muestreo a los predios. ▪ Fundas plásticas ▪ Cámara fotográfica ▪ Cronometro ▪ Transporte (camión convencional, camioneta de una cabina) ▪ EPP (guantes, mascarillas, botas, poncho de agua, vacunación). ▪ Laboratorio

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

CÁPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA (N) DE LA CIUDAD DE TENA Y PUYO

$$n = \frac{\sigma^2}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{\sigma^2}{N}}$$

Datos:

$$E = 0,05$$

$$Z = 1,96$$

$$\sigma = 0,5$$

Puyo

$$n = \frac{(0,5)^2}{\frac{(0,05)^2}{(1,96)^2} + \frac{(0,5)^2}{332}}$$

$$n = 178,09$$

Tena

$$n = \frac{(0,5)^2}{\frac{(0,05)^2}{(1,96)^2} + \frac{(0,5)^2}{186}}$$

$$n = 125,32$$

Intervalo (k) de la muestra para la ciudad de Tena y Puyo respectivamente.

$$k = \frac{N}{n}$$

Datos:

Tena

$$N = 186$$

$$n = 125$$

Puyo

$$N = 332$$

$$n = 178$$

Tena

$$k = \frac{186}{125} = 1,5 = 2$$

Puyo

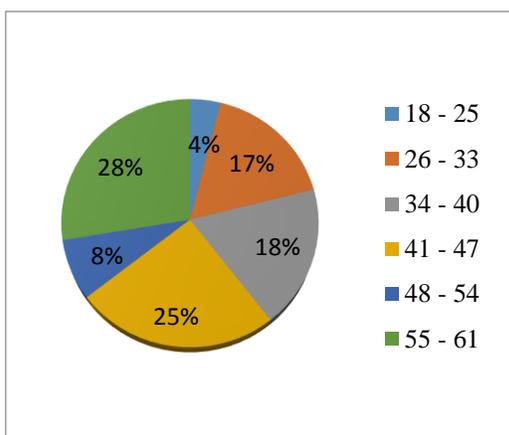
$$k = \frac{332}{178} = 1,9 = 2$$

Etapa de recopilación de información

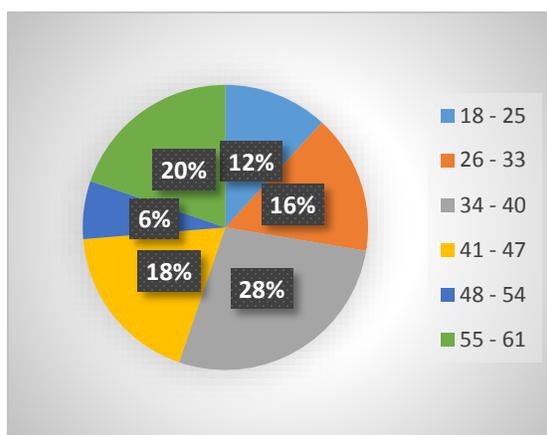
4.2. RESULTADOS DE ENCUESTAS DE LA CIUDAD DE PUYO Y TENA

Tabulación de datos y análisis de las encuestas realizadas sobre el manejo de los desechos sólidos en la zona céntrica de Puyo

1. Rango de edad de la población



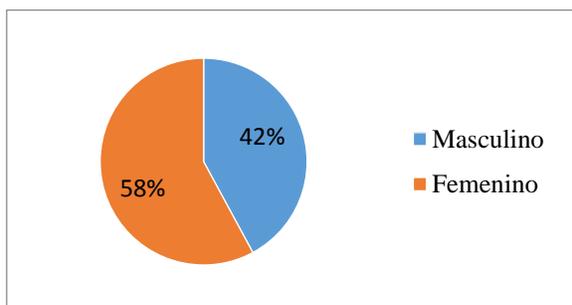
Gráfica 2 Edad Ciudad de Puyo



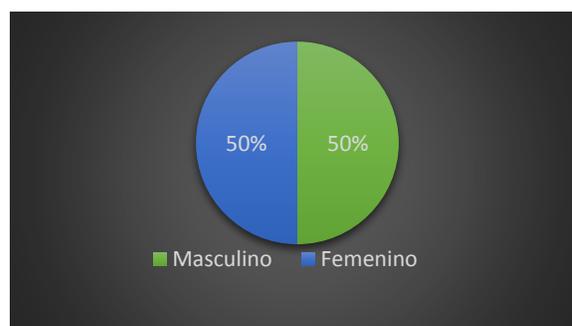
Gráfica 1 Edad Ciudad de Tena

Se observa en el gráfico 2 que el rango de edad de la población en la parte central de Puyo, con mayor porcentaje es de 55 a 61 años y el menor porcentaje es de 18 a 25 años representando a los jóvenes de la zona y en el gráfico 1 el 28% de la mayoría de la población de la zona céntrica de la ciudad de Tena, están en una edad de 34-40 años, mientras que el 6% de la población con menor porcentaje 48-54 años de edad.

2. Género de la población



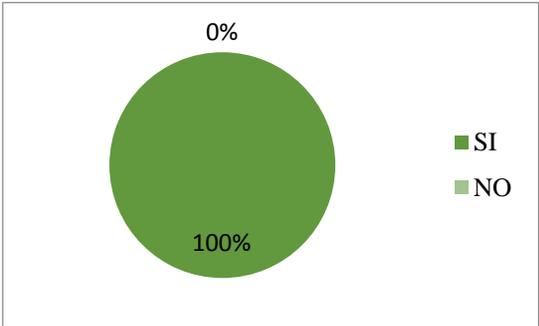
Gráfica 4 Género de la ciudad de Puyo



Gráfica 3 Género de la ciudad de Tena

En el grafico 4 en el centro de Puyo el género con mayor porcentaje es el femenino con un 58% mientras que en el grafico 3 el género masculino tiene el 42% al contrario de la población del centro de Tena cuenta con el 50% del género masculino y el otro 50% del género femenino según los dueños de los predios encuestados.

3. Servicios Básicos de la población



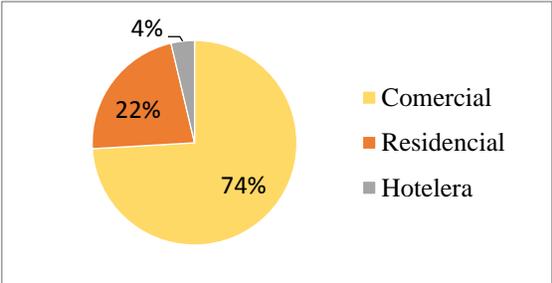
Gráfica 6 Servicios básicos Puyo



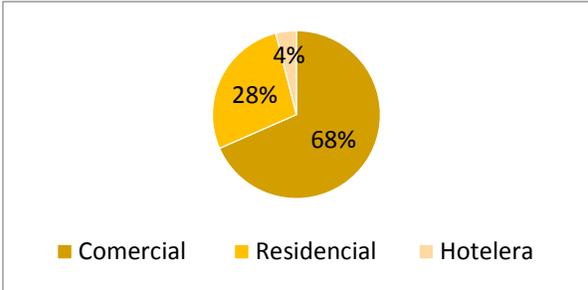
Gráfica 5 Servicios básicos Tena

Se puede ver en el grafico 5 y 6 que el centro de Tena y Puyo cuenta con el 100% de servicios básicos como es: alcantarillado, agua potable, luz, red pública, etc.

4. Tipo de vivienda de la población



Gráfica 8 Tipo de vivienda de Puyo



Gráfica 7 Tipo de vivienda de Tena

Como se ve en el grafico 8 en el centro del Puyo el 74% de los habitantes de la zona central se encuentran en una vivienda de tipo comercial ya sea propia o arrendada, el 22% son viviendas residenciales y el 4% de los habitantes tienen vivienda tipo hotelera mientras que en el grafico 7 de la zona centro de Tena el 68% de la población tienen locales comerciales, el 28 % son viviendas domiciliarias y tan solo 4% son hoteles y hostales.

5. Número de habitantes permanentes y flotantes.

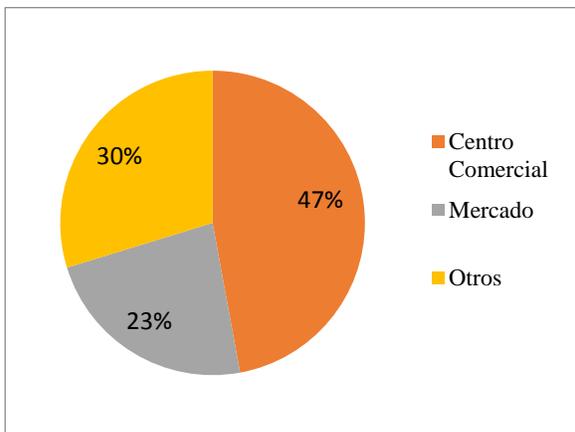
Tabla 27. Número de habitantes permanentes y flotantes

PUYO				TENA			
PERIODO NACIONAL	No	PERIODO NORMAL	No	PERIODO NACIONAL	No	PERIODO NORMAL	No
Población permanente	791	Población permanente	791	Población permanente	1745	Población permanente	1745
Población flotante	3596	Población flotante	3046	Población flotante	2651	Población flotante	2473

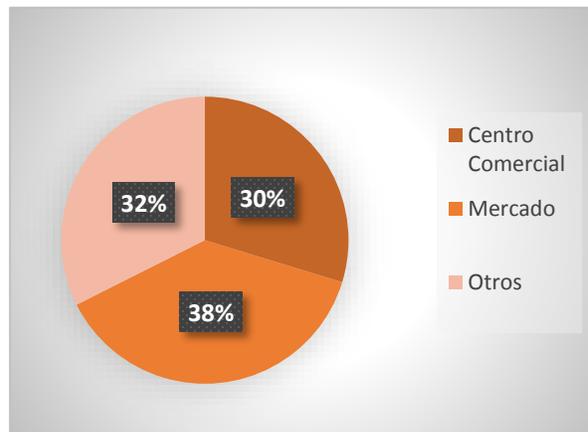
Elaborado: Aguirre – Sanmartín

En la tabla 27 los habitantes de los predios encuestados mencionan que la población flotante varía según el tipo de vivienda, es por eso que tenemos una variación significativa tanto en periodo nacional como en periodo normal, contando así que en los dos periodos la población permanente es la misma y la flotante varía según el tiempo de muestreo.

6. ¿En qué lugar realiza sus compras?



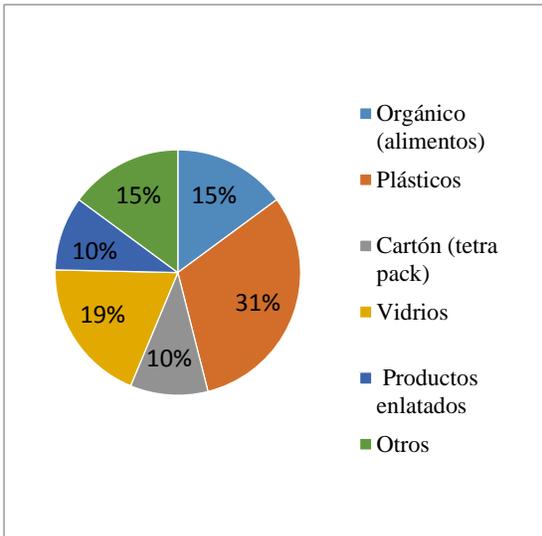
Gráfica 10 Lugar de compras Puyo



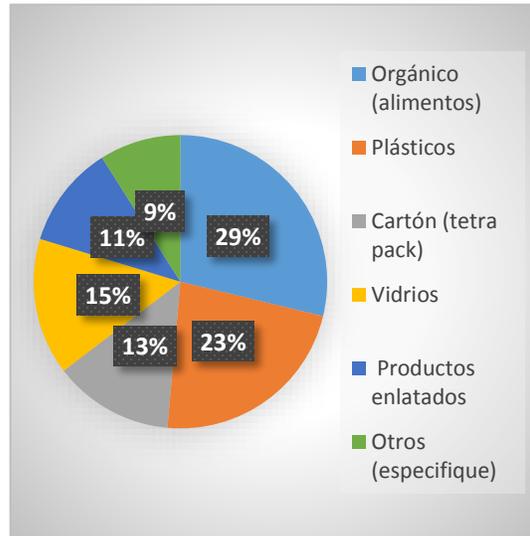
Gráfica 9 Lugar de compras Tena

En la gráfica 10 en la zona centro de Puyo la mayor parte de los encuestados realiza las compras en el centro comercial en un 47% mientras que en un 23% de encuestados realiza las compras en el mercado al contrario en la gráfica 9 se puede observar que en la zona centro de Tena el 38% de la población realiza sus compras en el mercado, mientras el 32% de la población realiza sus compras en otros lugares ya que la mayoría son locales comerciales.

7. ¿Cuál de estos productos acostumbra a comprar?



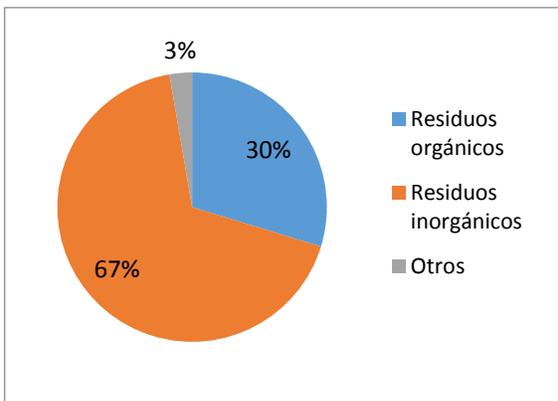
Gráfica 12 Tipo de producto Puyo



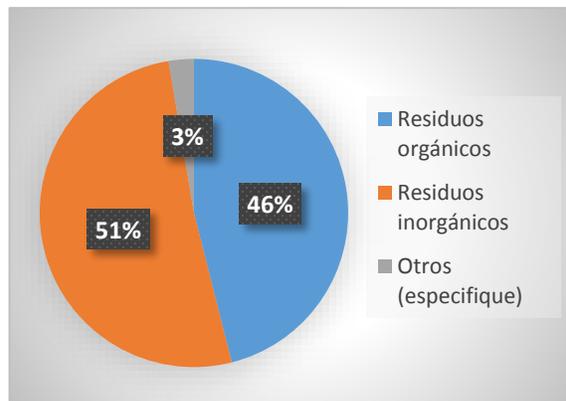
Gráfica 11 Tipo de producto Tena

Se puede ver que en el gráfico 12 los productos más comprados en la zona centro de Puyo son los plásticos con un 31%, seguido de los productos de vidrio con el 19%, el orgánico y la clasificación otros con un 15%, el producto menos comprado son los productos enlatados al contrario en el gráfico 11 del centro de Tena, los productos más comprados son orgánicos con el 29% ya que la parte de servicios incluyen varios restaurantes y hoteles en su entorno, seguido de los plásticos con un 23% ya que este representa la parte de instituciones públicas entre ellas una escuela con más de 1399 habitantes, en menor porcentaje se encuentran los vidrios, cartón tetra pack, productos enlatados y otros.

8. Tipo de residuos que generan en su hogar



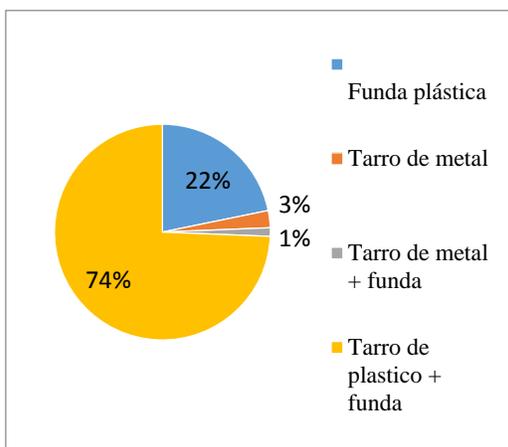
Gráfica 24 Tipo de residuo generado Puyo



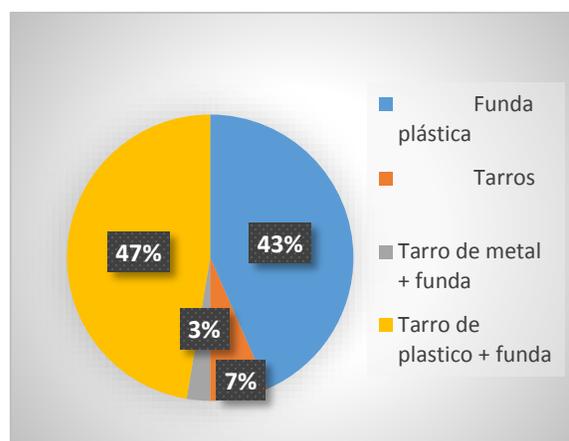
Gráfica 13 Tipo de residuo generado Tena

El grafico 14, dice que los residuos que más se generan en la zona centro de Puyo son los residuos inorgánicos con el 67% seguida del 30% residuos orgánicos y el 3% otros, al igual en el grafico 13 de la zona centro de Tena los residuos que más se generan son los inorgánicos con el 51 %, ya que esto contribuye a la parte comercial e instituciones públicas y cooperativas de ahorro, seguida por el 46% de residuos orgánicos y el 3% de otros.

9. ¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar los desechos sólidos generados en su vivienda?



Gráfica 46 Tipo de recipiente Puyo



Gráfica 35 Tipo de recipiente Tena

En el grafico 16 se puede ver que el almacenamiento de la basura los habitantes de la zona centro de Puyo lo realizan en diferentes recipientes siendo el de mayor porcentaje el de 74% en tarros con fundas plásticas, el 22% en fundas plásticas, al igual en el grafico 15, el 47% de la población de la zona centro de Tena utiliza más, tarros plásticos con fundas plásticas, seguido del 43% que utilizan fundas plásticas.

10. ¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector por su calle?



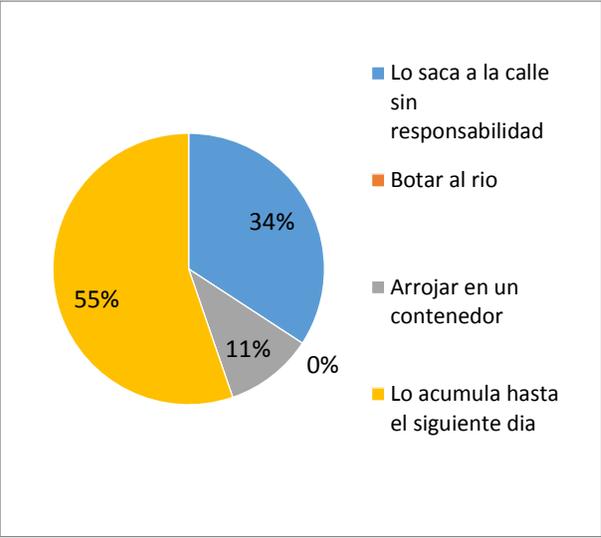
Gráfica 68 Frecuencia Puyo



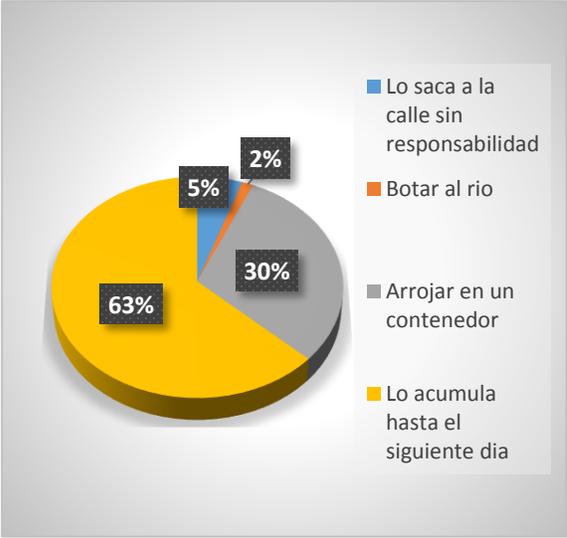
Gráfica 57 Frecuencia Tena

El grafico 18 indica que el camión recolector en la zona centro de Puyo pasa una vez por día, teniendo así el 100% de frecuencia en esta opción, al igual que en el grafico 17, el 100% de la población de la zona centro de Tena manifiesta que el carro recolector pasa una vez por día a excepción del día domingo que no hay recolección para la zona centro.

11. ¿Qué hace con los residuos cuando se acumulan por varios días?



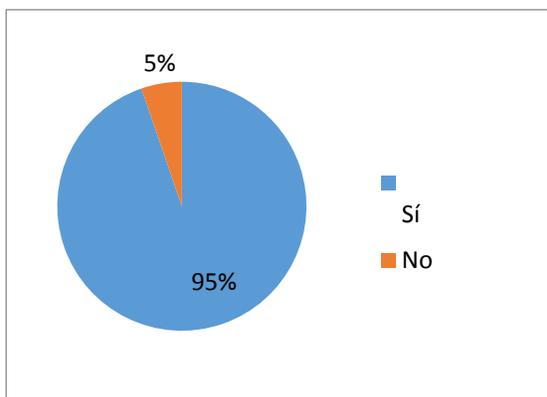
Gráfica 20 Residuos acumulados Puyo



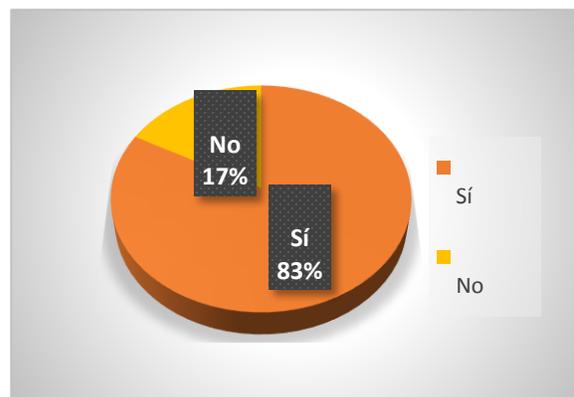
Gráfica 79 Residuos acumulados Tena

Se puede observar en el grafico 20 que cuando los desechos se acumulan por varios días el 55% de la población de Puyo lo acumula hasta el siguiente día, el 34% lo saca sin responsabilidad a la calle y el 11% lo arroja a los contenedores que se encuentran en casi todas las esquinas de la zona central, al igual en el grafico 21, el 63% de los habitantes de la zona centro de Tena acumulan los residuos hasta el siguiente día, el otro 30% lo arrojan en un contenedor, el 5% lo saca a la calle sin responsabilidad alguna y el 2% lo arrojan al río más cercano, según las encuestas realizadas a cada uno de los predios seleccionados.

12. ¿Conoce los riesgos que pueden causar los desechos sólidos a su salud y al ambiente?



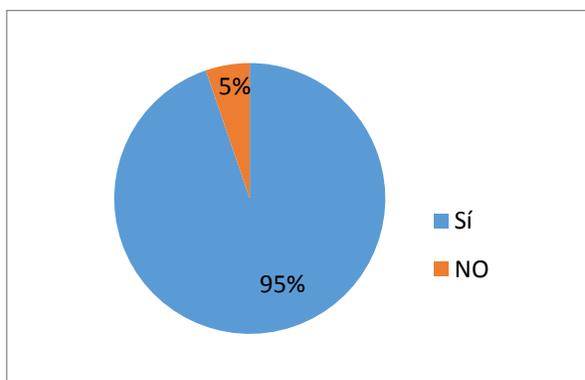
Gráfica 22 Conocimiento de riesgos Puyo



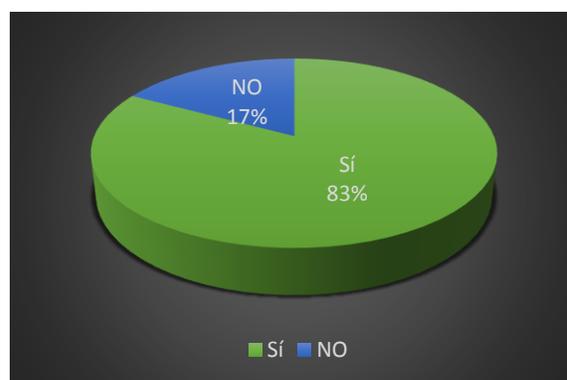
Gráfica 21 Conocimientos de riesgos Tena

Para esta pregunta el gráfico 22 indica que en la zona centro de Puyo, el 95% de la población si tiene conocimiento sobre los daños que puede causar la acumulación de los desechos sólidos tanto a su salud como al medio ambiente y el 5% no conoce estos daños. En el gráfico 21 de la zona centro de Tena, el 83% de la población conoce los riesgos que pueden causar los residuos hacia su salud y tan solo el 17% manifiesta el desconocimiento de ellos y a pesar de conocer los riesgos la población no hace conciencia ambiental y no hacen nada por disminuir los residuos que generan.

13. ¿Está usted dispuesto a separar los residuos sólidos para un mejor aprovechamiento?



Gráfica 84 Colaboración de separación Puyo



Gráfica 23 Colaboración de separación Tena

Como se puede ver en el gráfico 24 en el centro de Puyo el 95% de la población está de acuerdo en llevar una previa clasificación de los desechos en sus viviendas y el 5% respondieron que no, en cuanto al gráfico 23 de la zona centro de Tena el mayor porcentaje de la población está

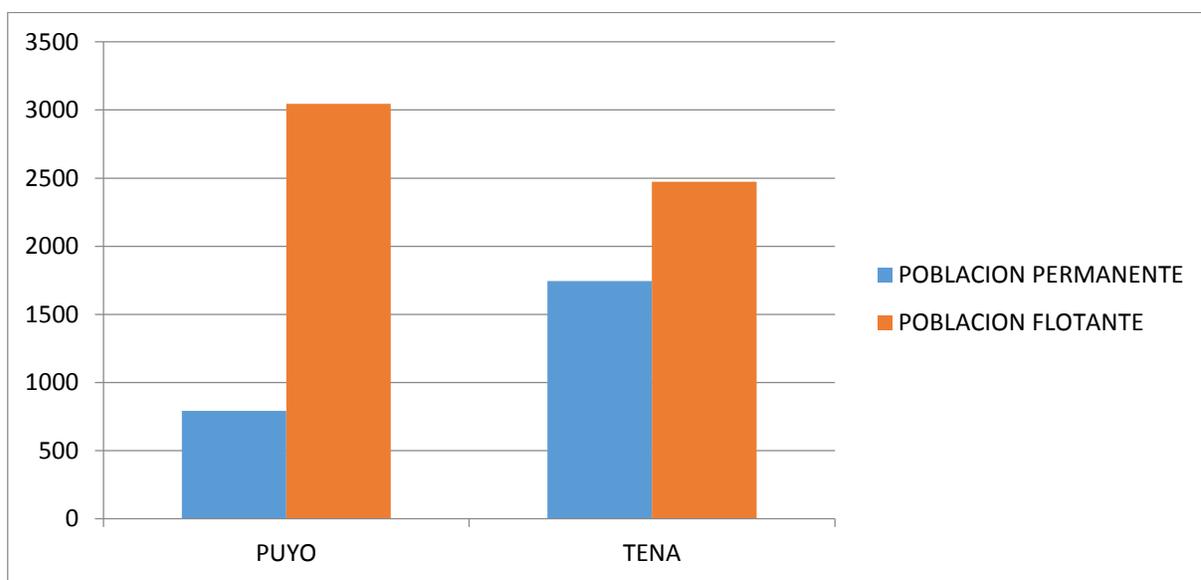
dispuesta a separar los residuos para un mejor aprovechamiento de ellos, mientras que el 17 % de la población restante manifiestan que ellos pagan por el servicio de recolección y adjuntan que no sirve de nada separar los residuos desde la fuente ya que no se hace nada por construir un relleno adecuado.

Fase de diseño

Según los datos obtenidos de las encuestas, como se puede observar en el gráfico 25 y 26 las zonas céntricas de las ciudades de Tena y Puyo manejan poblaciones tanto permanentes como flotantes.

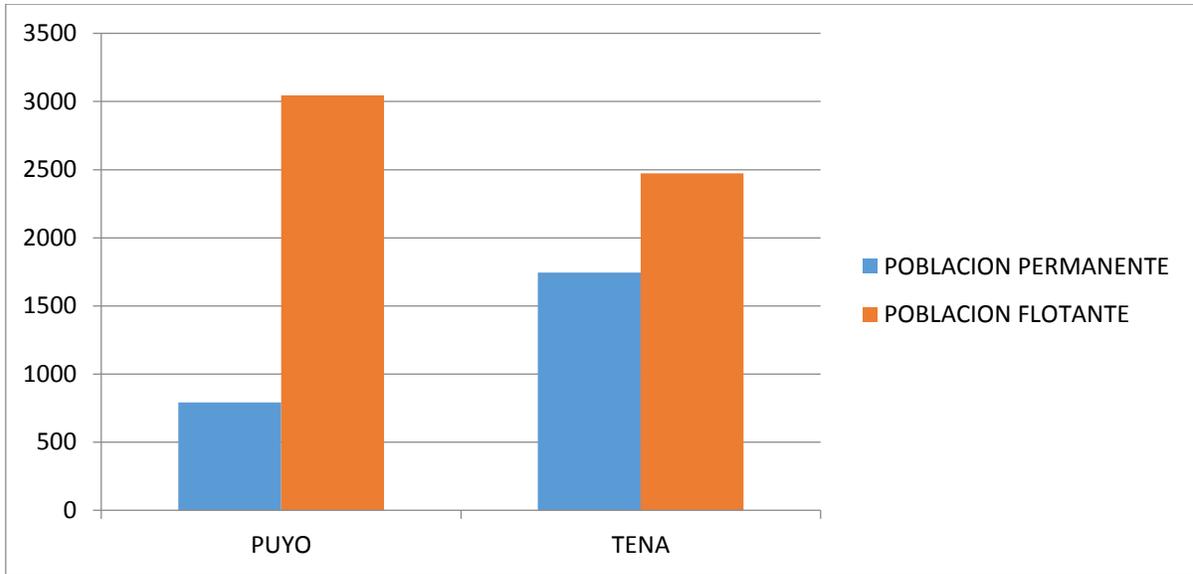
En este proyecto de investigación se trabajó con 76 (predios) en la ciudad de Tena y en la ciudad de Puyo con 92 (predios) respectivamente.

Puyo tiene una población permanente de 791 en los dos periodos de muestreo y una población flotante que varía en el primer muestreo tiene 3596 y en el segundo muestreo cuenta con 3046 habitantes, mientras que en la ciudad de Tena se trabajó con una población permanente de 1745 en los dos periodos y una flotante de 2651 en periodos nacional y una flotante de 2473 en periodo normal.



Gráfica 95 Población en periodo nacional

Elaborado: Aguirre - Sanmartín.



Gráfica 106 Población en periodo normal

Elaborado: Aguirre - Sanmartín.

4.3. ANÁLISIS DE TIEMPO Y RECORRIDO DE LAS DOS CIUDADES AMAZÓNICAS

Tabla 28. Resultados del tiempo del primer periodo de muestreo denominado “periodo nacional” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena

Tiempo en horas							
Puyo	3H 38MNT	3H 33MNT	3H 30MNT	3H 25MNT	3H 13MNT	3H 27MNT	3H 20 MNT
Tena	1H 40MNT	1H 35MNT	2H 12MNT	2H 35MNT	2H 46MNT	1H 30MNT	
Fecha							
Puyo	31/10/18	1/11/18	2/11/18	3/11/2018	4/11/18	5/11/18	6/11/18
Tena	1/11/18	2/11/18	3/11/18	5/11/18	6/11/18	7/11/18	

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

La tabla 28 indica que en la ciudad del Puyo el 31 de octubre el tiempo de recolección fue de 3 horas con 38 minutos, en cambio el 5 de noviembre el tiempo de recolección disminuyó, la recolección duró 3 horas con 13 minutos ya que la ciudadanía mucho más comprometida sacaba la basura más rápido y en el tiempo de recolección de la ciudad de Tena vario el 1 y 2 de noviembre con 1 horas y 40 minutos y 1 hora y 35 minutos ya que estos dos días fueron feriado y la ciudadanía se encontraba un poco ausente, los demás días tubo un promedio de 2horas y 30 ya que la ciudadanía estaba recién acostumbrándose a sacar la basura al horario de recolección establecido por el proyecto.

Tabla 29. Resultados del tiempo del primer periodo de muestreo denominado “periodo normal” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena

Tiempo en horas							
Puyo	3H 12MNT	3H 30MNT	3H 16MNT	3H 10MNT	3H 13MNT	3H 15MNT	3H 00MNT
Tena	1H 50MNT	1H 25MNT	1H 30MNT	1H 31MNT	2H 20MNT	3H 00MNT	
Fecha							
Puyo	18/11/18	19/11/18	20/11/18	21/11/2018	22/11/18	23/11/18	24/11/18
Tena	20/11/18	21/11/18	22/11/18	23/11/18	24/11/18	26/11/18	

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

En la tabla 29 se observa que en la ciudad de Puyo el 19 y 20 de noviembre el tiempo de recolección fue de 3 horas con 12 minutos y 3 horas con 16 minutos siendo los tiempos más alto y en el cuarto día fue de 3 horas con 10 minutos. En este periodo normal el tiempo de recolección fue menor en comparación al de periodo Nacional ya que la ciudadanía ya estaba acostumbrada al horario de recolección de nuestro proyecto mientras que en la ciudad de Tena en el segundo muestreo de días normales la recolección en cuanto al primer día hasta el cuarto, no fue de gran variación según podemos observar en la tabla los dos últimos días bario ya que el transporte presento problemas en una de sus llantas, pero al final se logró recolectar con normalidad.

Tabla 30. Resultados del kilometraje del primer periodo de muestreo denominado “periodo nacional” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena

KM							
Puyo	23	21	22	21	22	22	21
Tena	12	9	10	11	10	10	
Fecha							
Puyo	31/10/18	1/11/18	2/11/18	3/11/2018	4/11/18	5/11/18	6/11/18
Tena	1/11/18	2/11/18	3/11/18	5/11/18	6/11/18	7/11/18	

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

En la ciudad de Puyo como se puede observar en la tabla 30, el rango de kilometraje más alto es el 31 de octubre con 23 km, mientras que en la ciudad de Tena el kilometraje más alto se registra el 1 de noviembre con 12 km, puesto a que estos días son el inicio de recolección de las muestras a los predios en las dos ciudades amazónicas.

Tabla 31. Resultados del kilometraje del segundo periodo de muestreo denominado “periodo normal” de las zonas céntricas de la ciudad de Puyo y Tena

KM							
Puyo	21	22	20	21	20	21	21
Tena	10	9	9	10	10	11	
Fecha							
Puyo	18/11/18	19/11/18	20/11/18	21/11/2018	22/11/18	23/11/18	24/11/18
Tena	20/11/18	21/11/18	22/11/18	23/11/18	24/11/18	26/11/18	

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

En la tabla 31 se observa que en la ciudad de Puyo el rango en el periodo normal es de 20 km y 21km promedio y en la ciudad del Tena, pues el kilometraje se vio reflejado de 9km a 10km todos los días ya que una vez conocida la ruta de recolección en base al primer muestreo se nos hizo más fácil la recolección.

4.4. PRIMER MUESTREO (PERIODO NACIONAL)

4.4.1. Caracterización de los residuos sólidos

Tabla 32. Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica de la ciudad Puyo

PREDIOS	Personas por vivienda PERMANENTES	Personas por vivienda FLOTANTES	TOTAL
92	791	3596	4387

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 33. Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica de la ciudad Tena

PREDIOS	Personas por vivienda PERMANENTES	Personas por vivienda FLOTANTES	TOTAL
76	1745	2651	4396

Elaborado: Aguirre - Sanmartín.

4.4.2. Producción Per cápita

Tabla 34. Producción per cápita en periodo nacional zona céntrica de Puyo

PPC	Promedio PPC (kg/hab/día)							TOTAL
	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,20

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 35. Producción per cápita en periodo nacional zona céntrica de Tena

PPC	Promedio PPC (kg/hab/día)						TOTAL
	0,03	0,04	0,03	0,08	0,06	0,04	0,29

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Como se puede observar en la tabla 32 para la realización de la PPC en este periodo de muestreo la zona central de la ciudad de Puyo contó con un total de (4387) habitantes entre pobladores permanentes (791) que son personas fijas y las flotantes (3596) que son aquellas personas que residen temporal en un lugar mientras que en la tabla 34 se observa que el total de la PPC de este periodo es de 0,20kg/hab/día. En cuanto a la tabla 33 indica que la zona central de la ciudad de Tena conto con un total de (4396) entre pobladores permanentes (1745) y pobladores flotantes (2651) y en la tabla 35 se observa que el total de la PPC de la zona centro de Tena fue

de 0,29 kg/hab/día. El GIRS (2016) manifiesta que la producción per cápita de desechos sólidos urbanos para la provincia de Pastaza al igual que la provincia de Napo es de 0,60kg/hab/día.

4.4.3. Determinación de la producción diaria

Tabla 36. Producción diaria en periodo nacional de la zona céntrica de Puyo

FECHA	Producción diaria (kg/día)							TOTAL
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	31-oct	01-nov	02-nov	03-nov	04-nov	05-nov	06-nov	
TOTAL	164,13	85,96	104,36	133,47	93,42	151,37	124,23	856,94

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 37. Producción diaria en periodo nacional de la zona céntrica de Tena

FECHA	Producción diaria (kg/día)						TOTAL
	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	01-nov	02-nov	03-nov	04-nov	06-nov	07-nov	
TOTAL	129,38	188,87	116,68	358,14	268,30	193,83	1255,21

Elaborado: Aguirre - Sanmartín.

4.4.4. Producción semanal

Tabla 38. Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Puyo período nacional

PPC en Puyo	0,20 Kg/hab/día
Producción semanal	877.4 kg.

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 39. Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Tena período nacional

PPC en Tena	0,29 Kg/hab/día
Producción semanal	1274.84 kg.

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

En la tabla 38 se puede ver que la producción semanal de residuos sólidos de la zona central de la ciudad de Puyo durante el periodo nacional obtuvo 877,4 kg mientras que en la tabla 39 de la zona de estudio de Tena la producción semanal fue de 1274,84kg siendo mayor en cuanto a la

ciudad de Puyo, ya que no existe una correcta clasificación desde la fuente de generación y también la falta de aprovechamiento por parte de los habitantes del Tena.

4.4.5. Volumen y densidad de los desechos

Tabla 40. Datos del Tacho para los dos muestreos Puyo

TACHO 1	TOTAL		TACHO 2	TOTAL	
PESO	8,39	Kg	PESO	8,62	kg
ALTURA	0,9	M	ALTURA	0,9	m
DIAMETRO	0,54	M	DIAMETRO	0,23	m
AREA	0,23	m ²	AREA	0,04	m ²
VOLUMEN	0,21	m ³	VOLUMEN	0,04	m ³

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 41. Datos del Tacho para los dos muestreos Tena

FERIADO Y NORMAL TENA		
TACHO 1		
PESO	6,75	kg
ALTURA	0,89	m
DIAMETRO	0,5	m
AREA	0,20	m ²
VOLUMEN	0,17	m ³
II	3,1415	

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 42. Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo nacional de la zona céntrica de Puyo

CLASIFICACIÓN Tipo	PESO DE RESIDUOS EN EL TACHO (kg)	PESO DEL TACHO VACÍO	PESO TOTAL (kg)	VOLUMEN (m ³)	DENSIDAD (kg/m ³)
ORGANICO	34,69	8,39	26,3	0,12	220,84
PAPEL CARTON	18	8,62	9,38	0,01	664,01
VIDRIO	12,59	8,39	4,2	0,08	55,57
PLASTICO	12,79	8,39	4,4	0,09	46,86
TEXTIL	9,42	8,39	1,03	0,02	49,97
TETRAPACK	10,89	8,39	2,5	0,07	36,39
LATAS	9,59	8,39	1,2	0,03	43,66

OTROS	9,69	8,39	1,3	0,03	51,60
TOTAL	117,66	67,35	50,31		

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

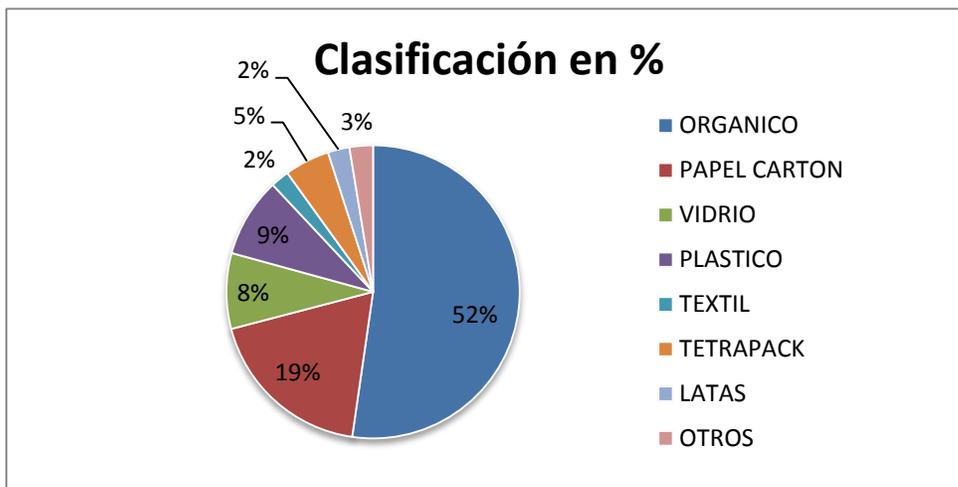
Tabla 43. Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo nacional de la zona céntrica de Tena

CLASIFICACIÓN Tipo	PESO DE RESIDUOS EN EL TACHO (kg)	PESO DEL TACHO VACIO	PESO TOTAL (kg)	VOLÚMEN (m3)	DENSIDAD (kg/m3)
TETRA PACK	8,64	6,75	1,89	0,11	16,89
PAPEL CARTÓN	13,96	6,75	7,21	0,06	118,45
PAPEL BAÑO	8,28	6,75	1,53	0,03	59,94
ORGÁNICO	20,92	6,75	14,17	0,07	206,19
VIDRIO	13,22	6,75	6,47	0,02	190,99
PLÁSTICO	24,4	13,5	10,9	0,28	63,72
TEXTIL	11,99	6,75	5,24	0,08	15,53
LATAS	7,89	6,75	1,14	0,04	29,03
OTROS	8,2	6,75	1,45	0,06	24,62

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

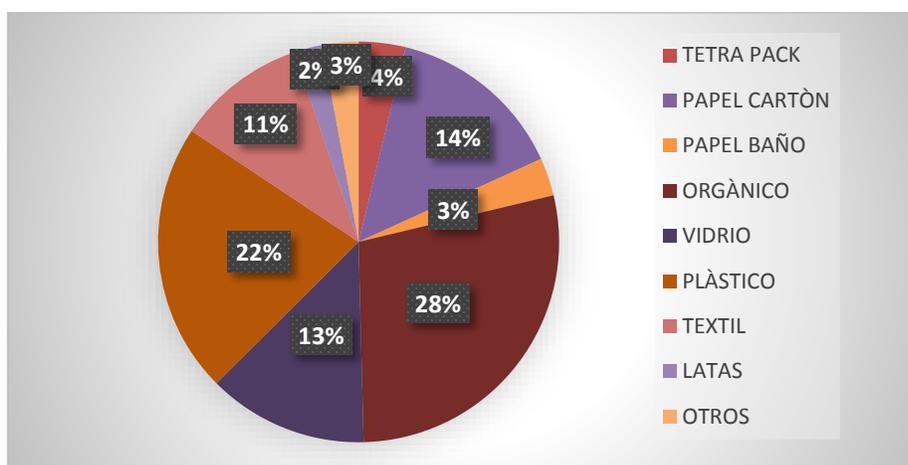
El volumen y densidad de los desechos, para la zona central de la ciudad de Puyo se utilizaron dos cilindros como se explica en la tabla 40. El tipo de clasificación de los desechos en las dos ciudades fue diferente; para la zona de estudio de la ciudad de Tena hubo una clasificación adicional que se le denominó “papel de baño”. En la tabla 42 y 43 en cuanto a los puntos más relevantes encontramos que en la ciudad de Puyo la densidad del residuo orgánico es de 220,84kg/m³, papel y cartón de 664,01kg/m³ al contrario la zona central de la ciudad de Tena, presentó en residuo orgánico 206,19kg/m³ y en papel y cartón 178,39kg/m³ mucho más bajo que en la ciudad de Puyo. Cabe recalcar que en la ciudad de Tena el residuo que más porcentaje además del orgánico fueron plásticos como segundo valor más alto obteniendo así una densidad de 63,72kg/m³. Como se mencionó anteriormente Tena cuenta con un tipo de vivienda netamente comercial por lo que el residuo de tipo plásticos tiene un valor alto, esto depende de las características de cada tipo de plástico más usado en la ciudad.

4.4.6. Porcentajes de tipo de residuos



Gráfica 117 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo nacional Puyo

Elaborado: Aguirre – Sanmartín



Gráfica 128 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo nacional Tena

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Como se puede observar en el gráfico 27 y 28, se determinó el porcentaje de cada tipo de clasificación, en la zona central de la ciudad de Puyo el tipo orgánico tuvo mayor porcentaje con un 52,28% considerando que el tiempo de muestreo fue en periodos en donde el tipo de vivienda como restaurantes tuvo gran acogida, por los cuales los residuos generados constarían de: cáscara papa, limón, lechuga, etc. En cambio en la zona central de la ciudad de Tena el porcentaje de orgánico es de 28,34% que es mucho más bajo que en la ciudad de Puyo, se puede deducir según las encuestas que el tipo de vivienda en la zona de estudio de la ciudad de Tena

es una producción más de tipo comercial como son: escuelas, zapaterías, locales de ropa, obteniendo un porcentaje de plástico del 21,80%.

4.5. SEGUNDO MUESTREO (PERIODO NORMAL)

4.5.1. Caracterización de los residuos sólidos

Tabla 44. Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica en periodo normal de la ciudad Puyo

PREDIOS	PERSONAS POR VIVIENDAS PERMANENTES	PERSONAS POR VIVIENDA FLOTANTES	TOTAL
92	791	3046	3837

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

Tabla 45. Total de predios, personas permanentes y flotantes de la zona céntrica en periodo normal de la ciudad de Tena

PREDIOS	PERSONAS POR VIVIENDAS PERMANENTES	PERSONAS POR VIVIENDA FLOTANTES	TOTAL
76	1745	2473	4218

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

4.5.2. Producción Per cápita

Tabla 46. Producción per cápita en periodo normal zona céntrica de Puyo

	Promedio semanal PPC (kg/hab/día)							
PPC	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,33

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

Tabla 47 Producción per cápita en periodo normal zona céntrica de Tena

	Promedio semanal PPC (kg/hab/día)							
PPC	0,05	0,05	0,05	0,06	0,03	0,08	0,31	

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

Para la realización de la PPC en este periodo de muestreo la zona central, la tabla 44 indica que la ciudad de Puyo contó con un total de 3837 habitantes entre pobladores permanentes (791) y las flotantes (3046) y en la tabla 46 el total de la PPC de este periodo es de 0,33 kg/hab/día para la zona céntrica de la ciudad de Puyo. Guerra (2016) indica que la PPC en la zona urbana de la ciudad de Puyo es de 0,51kg/hab/día con una población de 44835 habitantes teniendo así un

resultado desigual, tomando en cuenta los diversos factores de cada zona de estudio en cuanto a población, periodos de muestreo y tipo de vivienda.

En cuanto a la ciudad de Tena como se puede observar en la tabla 45, conto con un total de 4218 entre pobladores permanentes (1745) y pobladores flotantes (2473) y en la tabla 47 nos indica una PPC de 0,31 kg/hab/día. Según Vargas (2017) la PPC en la zona centro de la ciudad de Tena es de 0,71kg/hab/día con una población de 112 teniendo así un resultado disímil, esto se debe al incremento de la población y el tipo de vivienda que en este estudio es netamente residencial.

4.5.3. Determinación de la producción diaria

Tabla 48. *Producción diaria en periodo normal de la zona céntrica de Puyo*

FECHA	Producción diaria (kg/día)							TOTAL
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	18-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov	22-Nov	23-Nov	24-Nov	
TOTAL	133,1	167,8	224,4	179,0	190,2	211,4	177,7	1283,7

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

Tabla 49. *Producción diaria en periodo normal de la zona céntrica de Tena*

FECHA	Producción diaria (kg/día)						TOTAL
	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	20-nov	21-nov	22-nov	23-nov	24-nov	26-nov	
TOTAL	223,50	204,38	204,62	238,35	113,00	324,16	1308,01

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

4.5.4. Producción semanal

Tabla 50. *Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Puyo periodo normal*

PPC en Puyo	0,33 Kg/hab/día
Producción semanal del segundo periodo de	1266,21 kg.

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

Tabla 51. *Producción semanal de residuos sólidos de la zona céntrica de Tena periodo normal*

PPC en Tena	0,31 Kg/hab/día
Producción semanal del segundo periodo de muestreo	1307,58 kg.

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

La producción semanal de residuos sólidos de la zona central de la ciudad de Puyo durante el periodo normal como se puede observar en la tabla 50 se obtuvo 1266,21 kg mientras en la tabla 51 de la zona de estudio de Tena la producción semanal fue de 1307,58 kg. Según los estudios realizados de la “Evaluación de la Gestión de Manejo de Residuos Sólidos de la Ciudad de Puyo”. Guerra (2016) manifiesta que la producción semanal de residuos en kg para la ciudad de Puyo es de 1079,31 en una muestra del 0,07567% sobre el universo poblacional, es importante mencionar que este estudio demuestra valores similares con respecto a este proyecto comparativo de residuos sólidos.

4.5.5. Volumen y densidad de los desechos

Tabla 52. *Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo normal de la zona céntrica de Puyo*

CLASIFICACION	PESO EN EL TACHO (kg)	PESO TACHO VACÍO	PESO TOTAL (kg)	VOLÚMEN (m3)	DENSIDAD (kg/m3)
ORGANICO	41,4	8,39	33,01	0,14	240,22
PAPEL CARTON	14,7	8,62	6,08	0,01	457,31
VIDRIO	8,58	8,39	0,19	0,03	6,91
PLASTICO	12,8	8,39	4,41	0,09	48,14
TEXTIL	9,68	8,39	1,29	0,03	43,33
TETRAPACK	9,48	8,39	1,09	0,05	20,69
LATAS	9,58	8,39	1,19	0,03	37,11
OTROS	10,86	8,39	2,47	0,05	44,94
TOTAL	117,08	67,35	49,73		

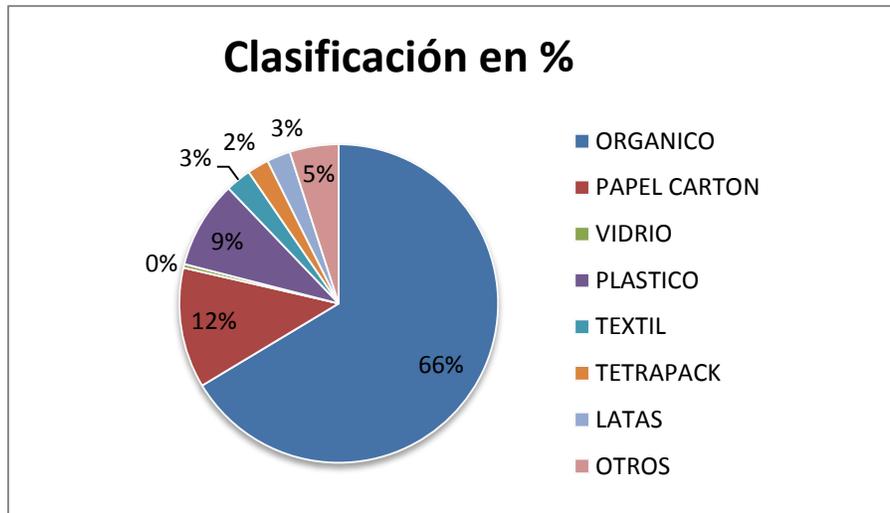
Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 53. Datos del peso, volumen y densidad de los tipos de residuos del periodo normal de la zona céntrica de Tena

CLASIFICACIÓN	PESO DE RESIDUOS EN EL TACHO (kg)	PESO TACHO VACIO	PESO TOTAL (kg)	VOLÚMEN (m3)	DENSIDAD (kg/m3)
TETRA PACK	8,68	6,75	1,93	0,12	15,60
PAPEL CARTÓN	13,46	6,75	6,71	0,09	74,29
PAPEL BAÑO	9,86	6,75	3,11	0,03	93,17
ORGÁNICO	25,46	6,75	18,71	0,08	232,41
VIDRIO	8,83	6,75	2,08	0,14	15,13
PLÀSTICO	23,09	13,5	9,59	0,32	30,15
TEXTIL	8,75	6,75	2	0,18	11,32
LATAS	8,56	6,75	1,81	0,10	18,44
OTROS	10,81	6,75	4,06	0,30	137,85

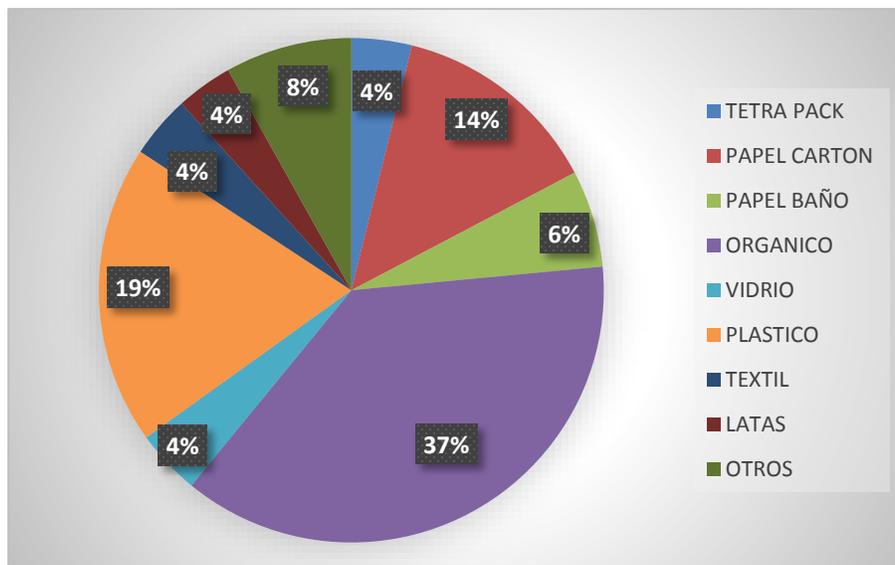
Elaborado: Aguirre - Sanmartín

La ciudad de Tena al igual que Puyo tuvo instituciones públicas como cooperativas e incluso instituciones educativas como la escuela “José Peláez” que se encontraban en función durante este periodo de muestreo, en cuanto a los puntos más relevantes se puede observar que en la tabla 52 de la ciudad de Puyo la densidad del residuo orgánico es de 240,22kg/m³, papel y cartón de 457,31 kg/m³ al contrario en la tabla 53 la ciudad de Tena presentó en residuo orgánico 232,41kg/m³ y en papel y cartón 167,46kg/m³, cabe recalcar que en la ciudad de Tena el residuo que más porcentaje además del orgánico fueron el tipo de residuo plásticos como segundo valor más alto obteniendo así una densidad de 30,15kg/m³ y la ciudad de Puyo con un total de 48,14kg/m³. En comparación con la densidad de los residuos de la Propuesta de Plan de Gestión Integral para los residuos sólidos generados en la Cabecera Cantonal de Tena Vargas (2017) indica que el residuo orgánico en kg/m³ es de 568,82, en plásticos es de 116,80 y en papel 280,64.



Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Gráfica 139 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo normal Puyo



Gráfica 30 Porcentaje de los tipos de residuos del periodo Normal

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

El grafico 29 y 30 indica que el porcentaje de tipo orgánico siguió siendo el más alto en las dos ciudades pero con la diferencia de que en la ciudad de Puyo el siguiente al tipo orgánico es el papel y cartón al igual que en las tabla de densidades, el valor del tipo orgánico es del 66,38% considerando que la parte céntrica de la ciudad es comercial derivándose a restaurantes, locales

comerciales, instituciones públicas y privadas que trabajaron con horarios normales en este muestreo, en cuanto a la ciudad de Tena el valor más alto es el de tipo orgánico con un 37,42% y el plástico 19,18% , las dos ciudades tienen partes netas comerciales. El residuo de tipo orgánico según manifiesta Vargas (2017) cuenta con un 60%.

4.6. FASE DE ANÁLISIS

4.6.1. Poder calorífico periodo nacional

Tabla 54. *Poder calorífico en el periodo nacional Puyo*

PARÁMETROS	RESULTADO
Orgánico	1641.80kcal
Plástico	6305.00kcal
Papel Cartón	4875.00kcal

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 55. *Poder calorífico en el periodo nacional Puyo*

PARÁMETROS	RESULTADO
Orgánico	1105.60kcal
Plástico	4305.00kcal
Papel Cartón	3875.00kcal

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Como se observar en la tabla 54 y 55 para la determinación del poder calorífico se realizaron análisis en los laboratorios de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, se determinaron los resultados tomando en cuenta 3 parámetros que son: materia orgánica, papel y cartón, y plásticos, el mayor poder calorífico obtuvo la materia orgánica en la ciudad de Puyo con 1641.80 kcal, 6305 kcal/kg en plástico, 4875 kcal/kg en papel/cartón al contrario de la ciudad de Tena se obtuvo en generación 1255,21 kg/hab/día y menor poder calorífico en comparación de la ciudad del Puyo, produciendo 1105,60 kcal/ kg en materia orgánica, 4305 kcal/kg en plástico, 3875 kcal/kg papel/cartón sucesivamente. La ciudad de Puyo como se nombró anteriormente obtuvo más materia orgánica por cuanto se deduce que las cantidades de kilo calorías se refieren a la variación de componentes de esta clasificación, para saber que de que componentes está compuesta la materia de residuo orgánico se recomienda realizar un

análisis más a fondo de cada compuesto, para así determinar que residuo orgánico tiene mayor poder calorífico.

4.6.2. Poder Calorífico periodo normal

Tabla 56. *Poder calorífico en el periodo normal Puyo*

PARÁMETROS	RESULTADO
Orgánico	1234.00kcal/kg
Plástico	4005.00kcal/kg
Papel Cartón	3025.00kcal/kg

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 57. *Poder calorífico en el periodo normal Tena*

PARÁMETROS	RESULTADO
Orgánico	1348.00kcal/kg
Plástico	4785.00kcal/kg
Papel Cartón	4058.00kcal/kg

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

En este segundo muestreo se determinaron los resultados tomando en cuenta los mismos parámetros del primer muestreo, como se puede observar en tabla 57 la ciudad de Tena obtuvo mayor poder calorífico, 1348 kcal/kg de materia orgánica, 4785 kcal/ kg en plásticos, 4058 kcal/kg en papel/cartón mientras que en la tabla 56 nos indica que en la ciudad de Puyo se obtuvo menor poder calorífico de 1234 kcal/kg en materia orgánica, 4005 kcal/kg en plástico, 3025 kcal/kg en papel/cartón sucesivamente. Como antes mencionado el poder de kilo calorías depende de la composición de cada residuo.

4.7. IDENTIFICACION DE PROBLEMAS DE LAS DOS CIUDADES AMAZÓNICAS

Tabla 58. Jerarquización de problemas de la Ciudad Puyo

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total de activos	Prioridad
Problemas biofísico		Contaminación de ríos y esteros	Precipitaciones excesivas	Explotación de petróleo	Deforestación	Cambios en el uso del suelo	Inundaciones y Deslaves	Contaminación del aire	Falta de enfoque de Residuos sólidos en Plan de ordenamiento territorial	Falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos		
1	Contaminación de ríos y esteros	0	0	2	0	0	0	0	2	3	7	Alta
2	Precipitaciones excesivas	0	0	0	2	0	1	2	0	0	5	Medio
3	Explotación de petróleo	0	0	0	3	1	0	1	0	0	5	Medio
4	Deforestación	0	0	3	0	3	0	0	0	0	6	Alta
5	Cambios en el uso del suelo	0	0	2	3	0	1	0	0	0	6	Alta
6	Inundaciones y Deslaves	0	3	0	2	2	0	0	0	0	7	Alta
7	Contaminación del aire	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4	Media
8	Falta de enfoque de Residuos sólidos en Plan de ordenamiento territorial	3	0	0	0	0	0	1	0	2	6	Alta
9	Falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos	3	0	0	1	1	0	0	3	0	8	Muy Alta
Total de pasivos		6	3	10	12	7	2	4	5	5	54	

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

Tabla 59. *Problemas y prioridades de la Ciudad de Puyo*

N°	Problemas	Prioridad
1	Contaminación de ríos y esteros	Alta
2	Precipitaciones excesivas	Medio
3	Explotación de petróleo	Medio
4	Deforestación	Alta
5	Cambios en el uso del suelo	Alta
6	Inundaciones y Deslaves	Alta
7	Contaminación del aire	Media
8	Falta de enfoque de Residuos sólidos en Plan de ordenamiento territorial	Alta
9	Falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos	Muy Alta

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Tabla 60. Jerarquización de problemas de la ciudad Tena

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total de activos	Prioridad
Problemas biofísicos		Limitada información del Crecimiento poblacional	Falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos	Falta de un relleno sanitario.	Desbordamientos e inundaciones más frecuentes en los ríos Pano y Tena	La degradación de los cuerpos de agua circundantes asociados con la ubicación del botadero de residuos sólidos urbanos (El Chimbadero)	Vertedero descontrolado de residuos especiales como, por ejemplo, los aceites de los motores en Tena	Degradación del suelo por compactación de varios tipos de residuos sólidos urbanos en el área del botadero	Generación y acumulación de residuos sólidos urbanos sin tratamiento.	Poco espacio en un el lugar de disposición final.		
1	Limitada información del Crecimiento poblacional	0	1	0	0	0	0	0	2	2	5	baja
2	Falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos	0	0	3	3	3	2	1	3	3	18	Muy alta
3	Falta de un relleno sanitario.	3	1	0	1	3	2	3	3	3	19	Muy alta
4	Desbordamientos e inundaciones más frecuentes en los ríos Pano y Tena	0	1	1	0	0	0	0	2		4	baja
5	La degradación de los cuerpos de agua circundantes asociados con la ubicación del botadero de residuos sólidos urbanos (El Chimbadero)	1	0	3	1	0	1	0	2	2	10	media

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

6	Vertedero descontrolado de residuos especiales como, por ejemplo, los aceites de los motores en Tena	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3	baja
7	Degradación del suelo por compactación de varios tipos de residuos sólidos urbanos en el área del botadero	1	0	3	0	0	0	0	3	2	9	media
8	Generación y acumulación de residuos sólidos urbanos sin tratamiento.	3	0	3	1	3	1	3	0	3	17	Muy alta
9	Poco espacio en un el lugar de disposición final.	1	1	3	0	3	0	3	3	0	14	Alta
Total de pasivos		9	4	18	6	13	6	10	18	15	99	

Tabla 61. *Problemas y prioridades de la Ciudad de Tena*

N°	Problemas	Prioridad
1	Falta de un relleno sanitario.	Muy alta
2	Generación y acumulación de residuos sólidos urbanos sin tratamiento.	Muy alta
3	Falta de cultura ambiental por parte de la ciudadanía respecto a los residuos solidos	Muy alta
4	Poco espacio en un el lugar de disposición final.	Alta
5	La degradación de los cuerpos de agua circundantes asociados con la ubicación del botadero de residuos sólidos urbanos (El Chimbadero)	Media
6	Degradación del suelo por compactación de varios tipos de residuos sólidos urbanos en el área del botadero	Media
7	Limitada información del Crecimiento poblacional	Baja
8	Desbordamientos e inundaciones más frecuentes en los ríos Pano y Tena	Baja
9	Vertedero descontrolado de residuos especiales como, por ejemplo, los aceites de los motores en Tena	Baja

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

El problema central de las ciudades amazónicas de Tena y Puyo es la falta de cultura ambiental desde la fuente de generación por parte de la ciudadanía respecto a los residuos sólidos.

Las dos ciudades presentan diferentes problemas en cuanto a la generación de residuos, Tena que no cuenta con un relleno sanitario ni programas de correcta clasificación de residuos desde la fuente, genera mayor cantidad de RS dando como resultado de su PPC en el periodo normal siendo el periodo más representativo el 0,31 kg/hab/día, en cuanto a la ciudad de Puyo genera una PPC de 0,33 kg/hab/día ya que presenta una organización de programas en cuanto a la clasificación de residuos que viene socializando el GADM PASTAZA en estos últimos años.

La generación de residuos sólidos semanal de la ciudad de Tena es de 1307,58 kg, y en la ciudad de Puyo es de 1266,21 kg en el periodo normal

Los residuos caracterizados más representativos del periodo normal según el porcentaje generado son: orgánico 37%, plástico 19% y papel y cartón 14% para la ciudad de Tena. Para la ciudad de Puyo el porcentaje en residuo orgánico es 66%, papel y cartón 12% y plástico 9%.

Durante el periodo nacional el mayor poder calorífico de residuo orgánico es 1641,80 kcal/kg, plástico 6305 kcal/kg y papel cartón 4875 kcal/kg se registró en la ciudad del Puyo y en el periodo normal Tena tiene en materia orgánica 1348 kcal/kg, plástico 4785 kcal/kg y papel cartón 4058 kcal/kg.

6. RECOMENDACIONES

Mejorar el ornato de las ciudades y disminuir el impacto de contaminación visual ya que son ciudades turísticas y de las más visitadas de la región amazónica.

Realizar centros de acopio para la materia orgánica con el fin de generar abono según su composición e ingresos económicos

Invitar a asociaciones de recicladores, agricultores o partes interesadas para la realización de compostaje y así generar fuentes de trabajo.

En cuanto a su poder calorífico utilizar Bacterias para fuente de energía como el género *Geobacter* para aprovechamiento de la materia orgánica mediante la transformación de energía química en eléctrica.

Brindar una disposición final adecuada a los residuos denominados como rechazos (ropa, llantas, plásticos, baterías etc.) para su correcta reutilización y aprovechamiento.

Pedir la colaboración al Ministerio del Ambiente para emitir certificados a la parte de servicios como restaurantes, hoteles, hostales, comerciales e instituciones públicas, privadas y educativas para avalar su contribución con el Ambiente.

Crear un relleno sanitario con proyección de crecimiento poblacional de suma urgencia en un lugar alejado para la ciudad de Tena.

Las alternativas brindadas son para contribuir a la mejora de las condiciones ambientales de las dos ciudades amazónicas y así minimizar la generación de residuos sólidos urbanos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. (2005). Propuesta para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la ciudad de Vinces, Provincia de los Ríos-Ecuador. *Facultad de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente, Escuela Politécnica del Ejército* (págs. 29-31). Facultad de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente, Escuela Politécnica del Ejército.
- Álvarez, J. (2014). Formula estadística de tamaño óptimo para poblaciones finitas. En J. Álvarez, *Metodología de la Investigación*.
- Banco Mundial. (06 de Junio de 2012). *Las ciudades van a enfrentar un marcado aumento de los costos del tratamiento de basuras*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2018, de Banco Mundial: <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2012/06/06/cities-to-face-sharply-rising-costs-for-garbage-treatment>
- CEPIS. (1998). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Washinton D.C, EE.UU.
- COA. (2017). *Código Organico del Ambiente*. ECUADOR: LEXIFINDER.
- CONSTITUCION DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008). *Constitucion de la Republica de Ecuador*. Quito.
- COOTAD. (2010). *Código Organico de Organización Territorial Autónoma y Descentralización*. Quito: Lexis.
- Departamento de Residuos Sólidos de Tena y Puyo. (26 de 11 de 2018). Ruta del Camión Recolector de la zona céntrica de la ciudad de Tena y Puyo. (A. Sanmartin, Entrevistador)
- Fernández, A. (2009). La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local. *Revista Cubana de Química*, 35-36.//.
- Flores, D. (2000). Guía Práctica No.2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos. Quito Ecuador.
- GADM TENA. (Octubre de 2014). *Principales formaciones geomorfológicas presentes en el cantón Tena*. Tena.
- GADM TENA. (2014). *Tipo de descargas de aguas residuales de los sistemas de alcantarillado de la ciudad de Tena*. Tena: Edición Especial.
- GIRS. (2016). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales 2016*. Recuperado el 28 de 11 de 2018
- GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DE PASATAZA. (15 de Febrero de 2006). *PUYO.GOB*. Recuperado el 03 de Enero de 2018, de <https://puyo.gob.ec/wp-content/uploads/gaceta/ordenanzas/2014-2019/0039-02-2006-ORDENANZA-REGULA-EL-TRATAMIENTO-BASURA-RESIDUOS.pdf>

- Guerra, G. (2016). Evaluacion de la Gestion de Manejo de Residuos Sólidos de la ciudad de Puyo. *Proyecto de Investigacion y desarrollo previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental* (págs. 40-44). Puyo: Universidad Estatal Amazónica.
- Henry, J. G. (1999). Ingeniería Ambiental, Segunda Edición. En J. G. Henry, *Ingeniería Ambiental, Segunda Edición*. Mexico: Prentice Hall.
- INAMHI. (2018). *Servicio metereologico*. Recuperado el 18 de octubre de 2018, de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_men.pdf
- Instituto Nacional de Hidrologia y Metereología. (2013). *Boletín Anual*. Quito.
- Jaramillo , G., & Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los Residuos Sólidos en Colombia. *Tesis previa a la obtención del grado de Especialistas en Gestión Ambiental, Universidad de Antioquia*, 25-46.
- Kunotoshi, S. (2000). *Manual de instruccion de analisis de residuos solidos municipales. CEPIS*. Lima.
- Leon, S., Valencia, R., & Pitman, N. (2011). *Libro Rojo Ecuador*. Recuperado el 11 de 12 de 2018, de http://gesneriads.ua.edu/pdf/Gesneriaceae_%20Libro%20Rojo%20Ecuador%202011.pdf
- Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., & Ortiz, J. (2010). El Método analítico como método Natural. *Revista Critica de Ciencias Sociales y juridicas*, 17. Recuperado el 27 de 12 de 2018, de <https://www.lifeder.com/tipos-metodos-de-investigacion/>
- Ministerio de Agricultura, G. A. (2013). *Uso del suelo actual del Ecuador*. Quito.
- Muñoz, M. (2008). *Manual de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos*.
- ONU. (2007). *Guia para la Gestion Integral de Residuos Solidos Urbanos*. La Habana: O.d Industrial.
- ONU. (03 de Enero de 2014). *Departamento de Asuntos Economicos y Sociales. Division de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 19 de Septiembre de Septiembre de 2018, de <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter21.htm>
- Orea, G. (2008). *Ordenación Territorial*. Madrid: Mundi-Prensa.
- PDYOT Pastaza. (2015). *Plan de Desarrollo Ordemiento Territorial del Canton Pastaza . PUYO*.
- PDYOT Tena. (AGOSTO de 2014). *Plan de Desarrollo Ordenamiento Territorial del Canton Tena . TENA: Edición Especial*.
- Plan Parroquial de DYOT de la Parroquia de Alshi. (2012). Recuperado el 8 de 11 de 2018, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1460016530001_PD

OT_PARROQUIA_ALSHI_2015_V01_15-10-2015_19-53-12.pdf?fbclid=IwAR2qEnySdalRfClg_DT3rkPNrnBDUZy-VO71BjZI_C-uwkCVxeUehArxXI0

- Runfola, J. (24 y 25 de Septiembre de 2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. Recuperado el 02 de 12 de 2018, de Uvivirtual: <http://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/0/834/834.pdf>
- Secretaría de Desarrollo Social. (2008). *Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales*. Mexico.
- Soto, G., & Muñoz, C. (2003). Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica. Costa Rica.
- Tchobanoglous, G. (1997). *Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I*. Mexico: McGraw-Hill.
- Tchobanoglous, G., & Theisen, H. (1997). *Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen III*. Madrid, España: Vigil S.A.
- TULAS. (2015). *Reforma del Libro VI Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Ecuador: Edición Especial.
- TULSMA. (2015). *Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiente Libro VI: De la calidad del Ambiente, Anexo 6: Norma de calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, Art 2.9*. ECUADOR: Edición Especial.
- Vargas, N. (2017). Propuesta de Plan de Gestión Integral para los residuos sólidos generados en la Cabecera Cantonal de Tena. *Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Ingeniera en Gestión Ambiental* (págs. 65-66). Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Vermot, S. (2010). *Modelo para el manejo de los residuos sólidos*. QUITO.
- Yency, D. (2010). Manejo y disposición adecuada de residuos sólidos generados en la Institución educativa Divino Salvador-Yopal. *Proyecto de grado*, (pág. 40). Madrid, España Especialización Pedagógica de la Recreación Ecológica.

8. ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de actividades

N. Actividad	Fechas	Tareas	Responsables
1	15/10/2018	Observación directa del área de estudio	Aguirre, Sanmartín
2	22/10/2018	Identificación de viviendas a muestrear	Aguirre, Sanmartín
3	23/10/2018	Diagnóstico del componente biofísico de la ciudad Tena y Puyo	Aguirre, Sanmartín
4	26-30/10/2018	Entrevistas y encuestas a la población de la ciudad de Tena y Puyo	Aguirre, Sanmartín
5	30-/10-06/11 2018 Puyo 31/10-07/11 2018 Tena.	Inicio del trabajo de campo periodo Nacional Puyo y Tena	Aguirre, Sanmartín
6	17-24/11 Puyo 19/11-26/11 Tena	Inicio del trabajo de campo periodo normal Puyo y Tena	Aguirre, Sanmartín
7	30 de Octubre al 26 de Noviembre	Recolección y Acopio de RSU de ambas Ciudades.	Aguirre, Sanmartín
8	07/11/2018 Puyo 8/11/2018 Tena 25/11 Puyo 27/11 Tena	Caracterización de los residuos sólidos urbanos en dos periodos de muestreo.	Aguirre, Sanmartín
9	29/11/2018 hasta 10/12/2018	Determinación de los resultados de las caracterizaciones de los residuos sólidos	Aguirre, Sanmartín
10	Diciembre 2018	Trabajo de gabinete Comparación de los residuos sólidos generados en las Ciudades Tabulación de los datos Elaboración del proyecto final	Aguirre, Sanmartín

Anexo 2 Encuestas realizadas a la población de la zona céntrica de las ciudades de Tena y Puyo



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA



ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO PARA LA GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS ENTRE LA ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO Y PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA.

RESPONSABLES: KELLY SANMARTIN Y KAREN AGUIRRE

FECHA:

ENCUESTA DE DESECHOS SÓLIDOS

Dirección: Zona Central de la ciudad de Puyo.

Codificación: _____

Propietario: _____

Objetivo: La presente encuesta tiene como finalidad, conocer el punto de vista de la población respecto al servicio de recolección, de residuos sólidos en la cabecera parroquial, información que servirá de base para construir un plan de Gestión Integral de Desechos Sólidos para el sector.

Datos generales

1. Edad 18 - 25___ 26 - 33___ 34 - 40___ 41 - 47___ 48 - 54 ___ 55 - 61___	2. Género Masculino () Femenino ()	3. Cuentan con Servicios Básicos Si () No ()
4. Tipo de Vivienda Comercial () Residencial () Hotelera ()	5. Número de habitantes permanente en esta casa.	6. ¿En qué lugar realiza sus compras? Centro Comercial () Mercado ()

		Otros ()
<p>7. ¿Cuál de estos productos acostumbra a comprar en su hogar?</p> <p>Orgánico (alimentos) ()</p> <p>Plásticos ()</p> <p>Cartón (tetra pack) ()</p> <p>Vidrios ()</p> <p>Productos enlatados ()</p>	<p>8. Tipo de residuos que generan en su hogar:</p> <p>Residuos orgánicos ()</p> <p>Residuos inorgánicos ()</p> <p>Otros (especifique) ()</p>	<p>9. ¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar los desechos sólidos generados en su vivienda?</p> <p>Funda plástica ()</p> <p>Tarro plástico + funda ()</p> <p>Tarro de metal + funda ()</p> <p>Tarro plástico ()</p>
<p>10. ¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector por su calle?</p> <p>Tres veces por día ()</p> <p>Dos veces por día ()</p> <p>Una vez por día ()</p> <p>Saltando un día ()</p>	<p>11. ¿Qué hace con los residuos cuando se acumulan por varios días?</p> <p>Lo sacas a la calle sin responsabilidad alguna ()</p> <p>Botar al río ()</p> <p>Arrojar en un contenedor ()</p> <p>Lo acumulan hasta el siguiente día ()</p>	<p>12. ¿Conoce los riesgos que pueden causar los desechos sólidos a su salud y al ambiente?</p> <p>Sí ()</p> <p>No ()</p>
<p>¿Está usted dispuesto a separar los residuos sólidos para un mejor aprovechamiento?</p> <p>Sí () No ()</p>	<p>Muchas gracias por su valiosa colaboración</p>	

Anexo 3 Lista de predios, personas permanentes y flotantes de la zona central de Puyo

PREDIOS	Personas por vivienda PERMANENTES	Personas por vivienda FLOTANTES	TOTAL
A3A5	2	30	32
A7	7		7
A9	4	60	64
A11	2		2
A13-15	5	25	30
A17	2		2

A19	2	25	27
A29-41	2	25	27
A33	2	25	27
A35	2	15	17
A37	3	35	38
A43-27	2	30	32
A45	3	25	28
B1	176	20	196
L1	25	300	325
C1	201		201
C5-C13	7	30	37
C7	5	9	14
C9-11	2	30	32
C15	2	35	37
C17	4	100	104
C21-25	3	10	13
C23	2	35	37
C29	5	150	155
D1	2	25	27
D3	3	20	23
D5	6	45	51
D11	17	150	167
D21	3	15	18
D27-31	3		3
D29	9	90	99
E1	20	150	170
E3	3	60	63
E5	3		3
E9	2		2
E13	3	35	38
E17	2		2
E19	4		4
F3-F11	3	2	5
F15	2	60	62
F17	4	30	34
F21-23	2	30	32
F25-35	6		6
F27	7		7
F31	5		5
F37	15		15
G1	3	30	33

G5	3	35	38
G15	14		14
G19	2	35	37
G23	5		5
G25	3	10	13
G31	2	350	352
H1	2	30	32
H3-11	5	90	95
H7	3	35	38
H13	2	35	37
H15	2	35	37
H21	7		7
H27	2	35	37
H31	4	250	254
H33	7	45	52
I1	1	35	36
I5-15	3	15	18
I11	7	45	52
I21-23-31	7	45	52
I29-I37	6	150	156
I33	76	150	226
I39	4		4
I41	7	45	52
J3	1	30	31
J5	2	60	62
J13	8	180	188
J17	3		3
J21	2	100	102
J29	4		4
TOTAL	791	3596	4387

Anexo 4 Cantidad de residuos generados en los predios de la ciudad de Puyo

PREDIOS	Cantidad de desechos sólidos generados (kg/día)							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	TOTAL
	31-oct	01-nov	02-nov	03-nov	04-nov	05-nov	06-nov	
A3A5	0,79	0,22	0,89	0,07				1,97
A7	4,56					7,03	5,87	17,46
A9		3,03						3,03
A11		1,00						1,00
A13-15	0,28	2,80	0,28	1,13	4,12	1,73	0,88	11,22
A17						1,00		1,00
A19			0,87					0,87
A29-41	0,43	0,26						0,69
A33	3,20							3,20
A35	0,42	1,25	1,78	6,92	10,18	0,50	1,16	22,21
A37	0,88				0,92	2,71		4,51
A43-27	1,00							1,00
A45		0,64	0,32	0,43		3,00	1,00	5,39
B1	12,87					36,09	11,29	60,25
L1	10,06	10,30	10,86	12,87	13,18	12,06	14,08	83,41
C1	1,48					4,07	2,88	8,43
C5-C13		3,62	2,73	7,07	5,25	1,47	10,06	30,20
C7	5,00							5,00
C9-11	0,25		0,22	0,36		0,22		1,05
C15	0,20	0,35		0,16		0,28	0,85	1,84
C17	1,54	2,10	3,03	2,65		0,87	0,85	11,04
C21-25	2,10							2,10
C23		1,04		0,56		0,23		1,83
C29	7,93	11,84	8,93	17,55		9,81	33,12	89,18
D1		0,40	0,50	0,61		2,55	0,82	4,88
D3		0,85	0,08					0,93
D5			0,33			0,55	1,00	1,88
D11	1,53					4,90		6,43
D21		0,09			0,07			0,16
D27-31					0,15			0,15

D29				3,43				3,43
E1	2,43					3,42	1,62	7,47
E3	1,22	1,71	1,12	1,00	0,92	0,44		6,41
E5		0,04						0,04
E9						3,37		3,37
E13	4,20							4,20
E17	0,75			0,88		0,76	0,72	3,11
E19	2,30							2,30
F3-F11			5,78					5,78
F15	4,45		3,89	5,13			2,89	16,36
F17	1,65							1,65
F21-23	0,40							0,40
F25-35		5,56		3,08				8,64
F27	3,20							3,20
F31						1,14	5,16	6,30
F37		0,33				1,90		2,23
G1	5,38					1,62		7,00
G5	2,60							2,60
G15	8,78	7,90	10,23	12,45		10,34		49,70
G19		0,67				0,98	0,56	2,21
G23	6,08							6,08
G25				3,09				3,09
G31	1,30	1,67	1,89		1,56	1,55	1,05	9,02
H1	0,04		0,09					0,13
H3-11	11,89		10,78			7,95		30,62
H7		1,02	0,72			1,15	0,91	3,80
H13		0,75		0,89		1,00		2,64
H15			0,08		0,07			0,14
H21		0,24		6,55	1,40		5,05	13,24
H27								0,00
H31	3,07	2,08	10,55	2,00	23,15	5,14	3,85	49,84
H33	1,41	1,54	2,45	3,32	5,76	1,43	1,00	16,91
I1	4,00			1,78		0,19		5,97
I5-15		4,40		2,43	1,42			8,25

I11	0,85	4,58		5,23		0,48		11,14
I21-23-31	3,78							3,78
I29-I37	5,10				0,87	1,74	7,22	14,93
I33	6,65				2,28	2,42	4,87	16,22
I39		2,25	5,41		0,94		0,92	9,52
I41	1,47		2,23	1,45			1,98	7,13
J3			0,89			0,93		1,82
J5			0,24	2,10			0,75	3,09
J13	23,44	11,43	15,17	14,95	11,64	14,35		90,98
J17	3,17			8,94			0,32	12,43
J21			2,03	3,37	9,55			14,95
J29				1,02			1,50	2,52
TOTAL	164,13	85,96	104,36	133,47	93,42	151,37	124,23	856,94

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

Anexo 5 Lista de predios, población permanente y flotante en la zona central de Tena

Predios	PERIODO NACIONAL	
	Población Permanente	Población Flotante
A5	20	300
A7	5	50
A9	4	50
A11	3	15
B1	5	
B3	2	50
B5	4	
B9	2	
B11	3	20
B13	10	20
C1	2	10
C3	2	20
C5	1399	
D1	3	40
D3	4	50
D5	20	
D7	4	50

D9	4	40
E1	8	200
E3	4	70
E5	5	60
E7	3	60
E9	4	35
E11	12	30
E13	2	20
E15	2	20
F1	4	15
F3	5	30
F5	3	15
F9	1	15
G1	20	200
G3	3	25
G5	3	
G9	2	30
H1	2	15
H3	3	
H7	1	20
H11	8	70
H13	6	40
H15	2	20
I1	4	
I3	13	10
I7-I9	9	20
J1	4	60
J3	1	15
J5	1	15
J7		15
J9	1	15
J11	2	15
K3	6	10
K5	10	60
K7	6	100
L1	2	80
L3	6	30
L5	6	90
L7	2	50
L9	3	45
M1	5	0
M3-M5	4	67

M7	5	0
N1	7	119
N3	4	0
N5	2	30
N7	4	15
N11	2	
N15	7	
N17	4	
N19	2	
N23	3	
O3	2	15
P1	5	
P3	5	20
P5	3	
P9	3	30
P13	2	
Q1	1	20
TOTAL	1745	2651
TOTALES	4396	

Elaborado: Aguirre - Sanmartín.

**Anexo 6 Cantidad de residuos sólidos generados del primer periodo (Nacional) de
muestreo Tena**

FERIADO			CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DIARIOS GENERADOS kg/día					
PREDIOS	POBLACIÓ N PERMANEN TE	POBLACIÓ N FLOTANTE	DÌA 2 (1/11/2018)	DÌA 3 (2/11/2018)	DÌA 4 (3/11/2018)	DÌA5 (4/11/2018)	DÌA 6 (6/11/2018)	DÌA 7 (7/11/2018)
A5	20	300	0,00	0,00	0,00	3,40	5,94	3,46
A7	5	50	0,00	0,00	0,00	3,31	2,34	3,17
A9	4	50	4,20	8,00	4,23	2,10	0,00	7,46
A11	3	15	0,00	0,00	0,00	1,71	0,00	1,29
B1	5		5,14	2,67	0,00	4,79	3,12	3,39
B3	2	50	1,32	0,00	0,00	6,65	4,39	0,00
B5	4		0,00	3,13	0,00	3,91	0,00	3,62
B9	2		0,76	0,00	0,00	1,75	0,00	1,04
B11	3	20	3,83	1,95	0,79	0,00	2,66	0,15
B13	10	20	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,39
C1	2	10	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00	0,30
C3	2	20	1,25	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00
C5	1399		0,00	0,00	0,00	78,88	41,54	63,44
D1	3	40	0,00	6,32	0,00	0,00	0,20	0,44
D3	4	50	0,00	4,87	2,79	0,00	5,22	1,33
D5	20			12,62			12,05	
D7	4	50	5,75	0,00	3,08	0,00	4,85	0,00
D9	4	40	7,00	0,00	0,00	13,29	13,75	8,26
E1	8	200	3,08	3,02	1,53	0,00	0,80	1,95
E3	4	70	1,08	0,00	0,00	1,20	1,69	2,12
E5	5	60	0,00	6,40	0,00	14,69	7,87	4,93
E7	3	60	0,60	0,00	8,36	1,32	2,01	3,38
E9	4	35	0,00	0,00	10,52	6,18	5,30	5,11
E11	12	30	0,30	0,00	0,00	0,90	1,08	0,00
E13	2	20	0,60	0,00	3,39	3,18	0,00	1,25
E15	2	20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,24

F1	4	15	1,42	0,00	0,00	2,62	0,00	3,42
F3	5	30	0,00	0,00	0,00	5,10	0,50	0,41
F5	3	15	0,00	0,00	0,00	1,71	0,86	1,19
F9	1	15	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,22
G1	20	200	0,00	0,00	0,00	1,66	2,61	2,22
G3	3	25	5,80	3,80	0,38	12,98	2,75	13,41
G5	3		2,26	1,16	3,01	2,67	1,27	1,91
G9	2	30	0,00	6,61	0,00	0,00	3,05	0,00
H1	2	15	0,86	0,00	0,00	0,81	1,06	0,00
H3	3		0,61	0,00	0,00	1,35	0,86	1,21
H7	1	20	0,00	0,00	1,96	0,00	2,61	0,00
H11	8	70	4,92	0,00	0,00	0,00	37,00	2,70
H13	6	40	0,00	0,71	0,00	12,66	10,30	7,43
H15	2	20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	0,23
I1	4		3,42	0,00	0,00	4,04	2,19	0,00
I3	13	10	0,00	0,00	0,00	12,07	0,00	0,00
I7-I9	9	20	17,88	0,00	0,00	6,34	25,71	0,13
J1	4	60	0,00	0,00	0,00	22,92	7,10	0,00
J3	1	15	2,66	3,12	2,93	0,00	0,00	0,00
J5	1	15	2,97	2,47	3,03	0,00	0,00	0,00
J7		15	4,07	3,08	3,58	0,00	0,00	0,00
J9	1	15	3,58	3,07	3,53	0,00	0,00	0,00
J11	2	15	2,67	3,48	3,17	0,00	0,00	0,00
K3	6	10	1,98	2,30	0,00	1,87	2,13	0,89
K5	10	60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26
K7	6	100	0,00	0,00	0,20	14,15	0,00	0,92
L1	2	80	0,35	0,55	0,54	0,00	0,70	0,00
L3	6	30	1,25	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00
L5	6	90	5,07	0,00	0,00	5,50	5,80	1,68
L7	2	50	0,00	0,00	0,00	0,83	0,30	0,44
L9	3	45	5,05	0,00	0,00	10,41	0,00	0,00
M1	5	0	0,00	6,00	0,00	0,83	1,48	0,00
M3-M5	4	67	0,00	64,42	5,96	4,56	2,62	0,56
M7	5	0	0,00	7,61	3,58	10,70	5,50	5,43

N1	7	119	4,99	0,50	2,66	13,17	2,39	0,19
N3	4	0	7,20	6,47	13,02	5,90	1,20	1,94
N5	2	30	1,98	2,06	0,00	2,22	1,28	0,00
N7	4	15	0,00	0,08	2,70	0,00	2,80	1,64
N11	2		0,00	0,00	0,00	0,66	0,15	0,39
N15	7		2,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
N17	4		2,17	0,00	2,71	0,00	1,89	0,00
N19	2		0,00	0,00	0,00	0,75	0,34	0,81
N23	3		0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,00
O3	2	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
P1	5		0,00	9,00	12,56	28,58	6,15	7,26
P3	5	20	8,49	7,76	15,74	8,30	0,00	9,79
P5	3		0,00	3,48	0,00	2,66	3,58	0,00
P9	3	30	0,00	0,00	0,00	8,60	8,06	8,92
P13	2		0,00	2,20	0,00	1,66	2,17	0,00
Q1	1	20	0,86	0,00	0,71	0,76	0,39	0,51
TOTAL	1745	2651	129,38	188,87	116,68	358,14	268,30	193,83
TOTALES	4396							1255,21

Elaborado: Aguirre - Sanmartín.

**Anexo 7 Lista de recolección de residuos sólidos de los predios a muestrear
periodo normal Puyo**

PREDIOS	PERSONAS POR VIVIENDAS PERMANENTES	PERSONAS POR VIVIENDA FLOTANTES	TOTAL
A3A5	2	25	27
A7	7		7
A9	4	50	54
A11	2		2
A13-15	5	25	30
A17	2		2
A19	2	25	27
A29-41	2	25	27
A33	2	25	27
A35	2	10	12
A37	3	30	33
A43-27	2	30	32
A45	3	25	28
B1	176	20	196
L1	25	270	295
C1	201		201
C5-C13	7	25	32
C7	5	6	11
C9-11	2	25	27
C15	2	30	32
C17	4	75	79
C21-25	3	10	13
C23	2	28	30
C29	5	100	105
D1	2	25	27
D3	3	25	28
D5	6	35	41
D11	17	150	167
D21	3	10	13
D27-31	3		3
D29	9	70	79
E1	20	150	170
E3	3	40	43
E5	3		3
E9	2		2
E13	3	28	31
E17	2		2
E19	4		4
F3-F11	3	2	5
F15	2	40	42

F17	4	25	29
F21-23	2	25	27
F25-35	6		6
F27	7		7
F31	5		5
F37	15		15
G1	3	28	31
G5	3	28	31
G15	14		14
G19	2	28	30
G23	5		5
G25	3	15	18
G31	2	310	312
H1	2	25	27
H3-11	5	60	65
H7	3	25	28
H13	2	25	27
H15	2	25	27
H21	7		7
H27	2	25	27
H31	4	200	204
H33	7	35	42
I1	1	30	31
I5-15	3	10	13
I11	7	30	37
I21-23-31	7	30	37
I29-I37	6	150	156
I33	76	150	226
I39	4		4
I41	7	30	37
J3	1	28	29
J5	2	45	47
J13	8	150	158
J17	3		3
J21	2	80	82
J29	4		4
TOTAL	791	3046	3837

Elaborado: Aguirre – Sanmartín.

Anexo 8 Cantidad de desechos sólidos generados en los predios Puyo

PREDIOS	Cantidad de desechos sólidos generados (kg/día)							TOTAL
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	18-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov	22-Nov	23-Nov	24-Nov	
A3A5		0,89	1,00	0,86	0,40		0,79	3,94
A7	7,89	4,42	5,80	5,01	4,22	3,37	4,01	34,72
A9		4,04	3,97	3,67	4,00			15,68
A11		0,97		1,45		0,78		3,20
A13-15			2,60	2,77	1,60	2,17	2,10	11,24
A17		1,09	1,80		1,04		1,07	5,00
A19			0,63		0,48		0,56	1,67
A29-41			2,10		1,28			3,38
A33		3,70		0,14	0,31			4,15
A35		2,42	0,53	0,95	0,51	0,40	1,23	6,04
A37				2,89				2,89
A43-27		1,80		1,03		0,98		3,81
A45		1,54	1,56	2,16	5,90	0,88		12,04
B1		15,33	8,97	13,71	11,23	9,58		58,82
L1	13,50	16,41	19,73	16,70	16,83	22,34	20,08	125,59
C1		2,89	7,80	2,25	3,77	3,43		20,14
C5-C13		2,70	2,03	0,76	1,67	2,53		9,69
C7	13,40		2,89		3,44	6,78	25,30	51,81
C9-11				0,02			1,00	1,02
C15		0,83		0,73	0,80			2,36
C17	3,96	1,01	2,80		1,13	1,73	2,70	13,33
C21-25				11,01				11,01
C23		0,73		0,82		0,95		2,50
C29		13,50	12,85	29,69	11,29	25,26	21,94	114,53
D1		0,37	0,33	0,93	0,20	1,28	0,82	3,93
D3		0,06		0,54		0,83		1,43
D5		0,32	3,78	0,13	0,51	0,61		5,35
D11		4,52	0,89	2,42	1,41	17,07		26,31
D21		0,54		0,61		0,56		1,71
D27-31		0,63	0,03		1,05			1,71
D29			3,11	2,37				5,48
E1		2,39	1,98	2,72	3,47	12,38		22,94
E3	1,40		0,98	0,60	0,85	0,84	1,10	5,77
E5		0,07		0,84		0,34		1,25
E9	7,68		1,80		1,98	1,33		12,79
E13		3,89	2,94		3,67			10,50
E17			1,01			0,75		1,76
E19		2,34						2,34
F3-F11			26,01					26,01

F15			2,05		2,34	3,56		7,95
F17					5,27	4,49		9,76
F21-23							2,48	2,48
F25-35		5,78	3,89		5,04			14,71
F27			3,13					3,13
F31	16,12							16,12
F37		1,34	1,02		1,17			3,53
G1		2,19		1,83		1,83		5,85
G5		2,34						2,34
G15	7,41	7,62	8,11	12,05	13,33	13,47	13,30	75,29
G19			0,23		0,56			0,79
G23			6,45					6,45
G25			2,04			3,56		5,60
G31		1,67	1,05	1,23	1,04	1,60	1,06	7,65
H1		0,45		0,85		0,53		1,83
H3-11		6,07	7,09	6,23				19,39
H7		3,67	4,80		5,67		5,78	19,92
H13		0,56		0,78		0,89		2,23
H15		0,04		0,74		0,78		1,56
H21			7,64		8,62	4,38	5,80	26,44
H27						0,50		0,50
H31	17,10	2,30	2,17	15,65	0,98	30,33	10,41	78,94
H33		2,72	1,63	2,22	1,45	1,04	13,70	22,76
I1					1,84			1,84
I5-15	2,63	1,95			4,32			8,90
I11	1,92	2,73	1,90	1,45	1,98	1,34	2,00	13,32
I21-23-31			22,45					22,45
I29-I37		0,87		1,39	0,68	0,84		3,78
I33	3,45	1,77	4,32	3,34	6,68	4,06		23,62
I39		3,12			1,83			4,95
I41		7,03		7,56	8,34			22,93
J3			0,03			1,01		1,04
J5		1,19		2,56				3,75
J13	23,45	21,83	23,09	13,39	30,89	19,54	33,80	165,99
J17		1,20	0,44			0,46		2,10
J21	13,20				5,16		6,70	25,06
J29			0,95					0,95
TOTAL	133,1	167,8	224,4	179,0	190,2	211,4	177,7	1.283,7

**Anexo 9 Lista de recolección de residuos sólidos de los predios a muestrear
Tena**

Predios	NORMAL	
	Población Permanente	Población Flotante
A5	20	300
A7	5	50
A9	4	40
A11	3	15
B1	5	
B3	2	50
B5	4	
B9	2	
B11	3	25
B13	10	25
C1	2	10
C3	2	20
C5	1399	
D1	3	45
D3	4	45
D5	20	
D7	4	45
D9	4	35
E1	8	200
E3	4	70
E5	5	60
E7	3	60
E9	4	30
E11	12	30
E13	2	20
E15	2	20
F1	4	20
F3	5	30
F5	3	15
F9	1	15
G1	20	200
G3	3	25
G5	3	
G9	2	35
H1	2	15
H3	3	
H7	1	15
H11	8	80
H13	6	40

H15	2	20
I1	4	
I3	13	10
I7-I9	9	20
J1	4	60
J3	1	15
J5	1	15
J7		15
J9	1	15
J11	2	15
K3	6	15
K5	10	60
K7	6	100
L1	2	80
L3	6	30
L5	6	90
L7	2	50
L9	3	15
M1	5	
M3-M5	4	15
M7	5	
N1	7	23
N3	4	
N5	2	25
N7	4	15
N11	2	
N15	7	
N17	4	
N19	2	
N23	3	20
O3	2	15
P1	5	
P3	5	20
P5	3	
P9	3	30
P13	2	
Q1	1	
TOTAL	1745	2473
TOTALES	4218	

Elaborado: Aguirre - Sanmartín

**Anexo 10 Cantidad de residuos sólidos generados del segundo periodo
(Normal) de muestreo Tena**

DÍAS NORMALES			CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DIARIOS GENERADOS kg/día					
PREDIOS	POBLACIÒ N PERMANEN TE	POBLACIÒ N FLOTANTE	DÌA 2 (20/11/2018)	DÌA 3 (21/11/2018)	DÌA 4 (22/11/2018)	DÌA5 (23/11/2018)	DÌA 6 (24/11/2018)	DÌA 7 (26/11/2018)
A5	20	300	3,34	1,16	1,73	1,45	0,00	1,28
A7	5	50	1,22	1,64	1,62	0,57	0,76	0,84
A9	4	40	2,78	3,56	3,59	4,94	0,11	3,65
A11	3	15	0,18	0,09	0,08	0,00	0,00	3,27
B1	5		2,17	0,00	2,65	1,76	0,00	3,34
B3	2	50	1,74	0,00	0,00	7,75	0,00	0,00
B5	4		3,12	2,74	0,00	2,71	2,67	3,11
B9	2		3,11	3,23	0,00	2,62	2,38	2,66
B11	3	25	1,04	0,10	0,00	0,00	0,78	2,19
B13	10	25	0,44	0,29	0,16	0,08	0,00	0,00
C1	2	10	0,15	0,05	0,00	0,27	0,00	0,00
C3	2	20	1,27	0,16	0,05	0,00	0,00	1,05
C5	1399		50,24	40,11	36,19	48,02	0,00	84,82
D1	3	45	0,09	0,67	0,21	3,27	0,00	0,35
D3	4	45	2,36	3,95	0,00	2,28	0,00	7,22
D5	20		0,00	8,02	0,54	2,64	0,00	6,11
D7	4	45	3,11	3,36	2,93	4,29	1,13	3,09
D9	4	35	7,62	11,77	13,03	9,78	8,34	14,63
E1	8	200	1,64	1,32	2,25	1,69	0,63	5,53
E3	4	70	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	1,20
E5	5	60	4,29	7,97	12,81	4,36	0,00	8,92
E7	3	60	0,90	1,32	0,00	2,67	0,00	0,73
E9	4	30	2,20	0,00	0,00	5,98	0,00	6,24
E11	12	30	1,59	1,30	1,80	0,24	1,18	0,59
E13	2	20	0,00	0,72	0,00	0,66	0,11	0,89
E15	2	20	0,20	0,96	0,06	0,20	0,05	0,19

F1	4	20	1,65	2,22	0,00	2,67	0,00	2,03
F3	5	30	3,32	0,62	1,14	0,00	0,00	1,26
F5	3	15	3,93	3,52	0,00	0,00	0,00	0,00
F9	1	15	0,39	0,84	0,00	0,51	0,00	0,29
G1	20	200	3,12	1,71	2,67	2,93	0,00	1,80
G3	3	25	6,85	0,51	7,56	0,34	0,00	10,26
G5	3		2,22	2,12	1,51	0,00	0,00	2,36
G9	2	35	5,27	3,56	3,51	3,13	1,25	3,85
H1	2	15	1,99	0,00	0,00	1,80	0,00	2,93
H3	3		2,26	1,75	0,00	2,01	2,62	1,25
H7	1	15	1,61	2,57	2,56	3,12	2,64	3,42
H11	8	80	8,92	0,25	5,68	1,07	7,42	23,97
H13	6	40	8,23	18,81	4,72	9,76	3,56	5,85
H15	2	20	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14
I1	4		4,94	3,58	0,00	3,17	0,00	5,78
I3	13	10	0,00	0,00	0,00	1,66	0,00	0,00
I7-I9	9	20	7,44	1,87	0,00	3,48	14,01	2,46
J1	4	60	0,00	5,51	5,78	12,04	4,44	6,86
J3	1	15	0,00	0,00	4,03	4,83	5,39	0,00
J5	1	15	0,00	0,00	2,51	5,19	3,35	0,00
J7		15	0,00	0,00	2,93	5,54	3,78	0,00
J9	1	15	0,00	0,00	3,83	4,82	3,84	0,00
J11	2	15	0,00	0,00	3,06	2,68	3,34	0,00
K3	6	15	1,32	0,34	2,78	0,73	0,00	0,35
K5	10	60	1,32	0,74	0,57	2,80	0,00	0,00
K7	6	100	1,12	0,00	0,64	0,82	0,00	0,96
L1	2	80	0,70	0,93	0,76	0,75	0,82	0,63
L3	6	30	1,29	1,61	2,22	1,82	0,00	1,71
L5	6	90	6,25	5,48	12,05	6,53	0,96	7,78
L7	2	50	0,81	2,12	1,70	1,41	0,00	1,96
L9	3	15	0,00	2,08	0,00	7,62	10,60	12,34
M1	5		5,53	1,52	1,71	5,61	0,00	1,95
M3-M5	4	15	1,34	2,97	1,58	2,19	0,34	1,51
M7	5		0,00	3,56	4,43	7,64	0,00	3,47

N1	7	23	6,14	4,31	3,87	5,18	2,47	8,54
N3	4		1,59	1,16	3,67	3,41	1,47	3,12
N5	2	25	2,17	1,20	1,75	0,00	0,00	2,60
N7	4	15	4,34	3,75	2,81	0,54	0,00	3,93
N11	2		0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,20
N15	7		3,48	2,48	2,94	0,00	3,43	3,88
N17	4		0,35	0,00	2,15	0,00	1,96	0,00
N19	2		0,00	1,17	0,39	0,75	0,43	1,27
N23	3	20	1,68	1,17	2,53	0,00	0,00	1,72
O3	2	15	0,00	0,00	0,39	0,00	1,21	0,00
P1	5		4,64	10,11	2,92	3,81	6,84	9,22
P3	5	20	9,16	0,69	10,14	0,00	5,66	9,06
P5	3		2,66	2,71	2,01	0,00	0,00	2,94
P9	3	30	6,77	7,38	7,67	6,79	0,00	7,06
P13	2		1,75	2,21	0,00	0,00	2,46	0,00
Q1	1		0,39	0,76	0,85	0,96	0,00	0,51
TOTAL	1745	2473	223,50	204,38	204,62	238,35	113,00	324,16
TOTALES	4218							1308,01

Elaborado: Aguirre – Sanmartín

Anexo 11 Oficios dirigidos a las cooperativas e instituciones públicas

Puyo, 28 de octubre del 2018

Dr. Edgar Acuña

GERENTE DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO PEQUEÑA EMPRESA DE PASTAZA

De mis consideraciones.

Por medio de este presente me dirijo a usted y a la vez felicitarle por su ardua gestión dentro de la institución que preside.

Somos estudiantes egresadas de la carrera de Ingeniería Ambiental de la **Universidad Estatal Amazónica** de la ciudad de Puyo y este proyecto de investigación, es requisito para la obtención del título de Ingeniería Ambiental, con el tema del proyecto de titulación: **ESTUDIO COMPARATIVO PARA LA GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS ENTRE LA ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE TENA, PROVINCIA DE NAPO Y PUYO, PROVINCIA DE PASTAZA**, por lo que le solicitamos muy comedidamente

nos autorice y facilite la recolección de basura clasificada de la unidad de servicio de rentas internas de la Ciudad de Puyo ya que con ayuda del MUNICIPIO DE PASTAZA recolectaremos los residuos de la zona centro desde el martes 30 de Octubre hasta el martes 6 de noviembre con horario de 7 pm a 9pm en esta zona como primera muestra así también tomaremos la segunda muestra prevista para el día 8 hasta el día 15 de noviembre y así seguir con nuestra investigación.

De antemano nuestros más sinceros agradecimientos.

Srta. Kelly Sanmartín

Srta. Karen Aguirre

Estudiante

Estudiante

Anexo 12 Análisis del poder calorífico de los residuos del periodo nacional de las dos ciudades

UNIVERSIDAD DE PASTAZA		LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES		
INFORME DE ANALISIS				
NOMBRE:	Aguirre Karen / Sanmartín Kelly	INFORME N°:	0115 - 18	
EMPRESA:	UEA (Pastaza)	N° SE:	015 - 18	
DIRECCIÓN:	Relleno Sanitario - Puyo /Tena	FECHA DE RECEPCIÓN:	09 - 11 - 18	
TELÉFONO:	0995708836	FECHA DE INFORME:	16 - 11 - 18	
NÚMERO DE MUESTRAS:	6	TIPO DE MUESTRA:		
IDENTIFICACIÓN:	MA - 180 - 18 Puyo - Centro		Residuo Sólido*, Orgánico - Paplaca	
	MA - 181 - 18 Tena - Centro		Residuo Sólido*, Orgánico - Paplaca	
El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.				
RESULTADO DE ANÁLISIS				
MA - 180 - 18				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS
Materia Orgánica	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	1641.80	15- 11 - 2018
Plástico	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	6305.00	15- 11 - 2018
Papel/Cartón	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	4875.00	15- 11 - 2018
* Corresponde únicamente a muestra de Residuos Sólidos.				
MA - 181 - 18				
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS
Materia Orgánica	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	1105.60	15- 11 - 2018
Plástico	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	4305.00	15- 11 - 2018
Papel/Cartón	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	3875.00	15- 11 - 2018
* Corresponde únicamente a muestra de Residuos Sólidos.				

Anexo 13 Análisis del poder calorífico de los residuos del periodo normal de las dos ciudades

		LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES			
INFORME DE ANALISIS					
NOMBRE:	Aguirre Karen / Sanmartin Kelly	INFORME N°:	0135 - 18		
EMPRESA:	UEA (Pastaza)	N° SE:	035 - 18		
DIRECCIÓN:	Relleno Sanitario - Puyo / Tena	FECHA DE RECEPCIÓN:	26 - 11 - 18		
TELÉFONO:	0995708836	FECHA DE INFORME:	03 - 12 - 18		
NÚMERO DE MUESTRAS:	6	TIPO DE MUESTRA:			
IDENTIFICACIÓN:	MA - 190 - 18 Puyo - Centro		Residuo Sólido*, Orgánico - Paplaca		
	MA - 191 - 18 Tena - Centro		Residuo Sólido*, Orgánico - Paplaca		
<p>El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.</p>					
RESULTADO DE ANÁLISIS					
MA - 190 - 18					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS	
Materia Orgánica	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	1234,00	30- 11 - 2018	
Plástico	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	4005,00	30- 11 - 2018	
Papel/Cartón	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	3025,00	30- 11 - 2018	
* Corresponde únicamente a muestra de Residuos Sólidos.					
MA - 191 - 18					
PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	FECHA DE ANÁLISIS	
Materia Orgánica	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	1348,00	30- 11 - 2018	
Plástico	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	4785,00	30- 11 - 2018	
Papel/Cartón	Kcal/Kg (PCI)	ESTUFA - MOLIENDA - BOMBA CALORIMETRICA	4058,00	30- 11 - 2018	
* Corresponde únicamente a muestra de Residuos Sólidos.					
MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Residuos Sólidos NMX-AA-015-1985, NMX-AA-052-1985, NMXAA-016-1984, Método Estándar 2540-E y Métodos Experimental (BOMBA					

Anexo 14 Registro fotográficos



Encuestas y entrevistas realizadas a los dueños de los predios a muestrear de las ciudades.



Codificación y etiquetación de los predios.



Recolección de las muestras en las dos ciudades de Tena y Puyo.



Transporte y almacenamiento de los residuos sólidos urbanos de la ciudad Puyo y Tena.



Pesaje diario de las bolsas de residuos en las dos ciudades amazónicas



Homogenización de los residuos sólidos urbanos



Pesaje de la homogenización de los 7,15 kg de los residuos sólidos urbanos.



Clasificación de los residuos sólidos urbanos y medición del tacho.



Pesaje de la composición de los residuos



Centros de acopio con su respectivo cubeto y medidas de seguridad