

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
ESCUELA DE POST GRADO



PROGRAMA DE MAESTRÍA
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

Caracterización de los residuos sólidos de competencia municipal, que permitiría el diseño del relleno sanitario y la evaluación de impactos ambientales en la ciudad de Chota

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentado por:

Maestría: Walter Humberto Rabanal Díaz

Asesor: M.Cs. Luis Azabache Coronado

CAJAMARCA – PERU

2017

COPYRIGHT © 2017 by
WALTER HUMBERTO RABANAL DIAZ

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POST GRADO



PROGRAMA DE MAESTRÍA
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

Caracterización de los residuos sólidos de competencia municipal, que permitiría el diseño del relleno sanitario y la evaluación de impactos ambientales en la ciudad de Chota

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentado por:

M.Cs. Luis Azabache Coronado
Asesor

Dr. Juan Chávez Rabanal
Miembro del comité científico

M.Cs. Atillo Cadenillas Martínez
Miembro del comité científico

Dr. Juan Gonzales García
Miembro del comité científico

CAJAMARCA – PERU

2017



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Posgrado


PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS


Siendo las 17:25 de la tarde del día 16 de octubre del Dos Mil Diecisiete, reunidos en el Aula 1Q-207 de la escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JUAN CHÁVEZ RABANAL**, en representación del Director y como Miembro de Jurado Evaluador, **M.Cs. LUIS AZABACHE CORONADO**, en calidad de integrantes del Jurado Evaluador. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE COMPETENCIA MUNICIPAL PARA EL DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO DEL DISTRITO DE CHOTA”**, presentada por el Bach. En Ciencias Ambientales **WALTER HUMBERTO RABANAL DÍAZ**, con la finalidad de optar el grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

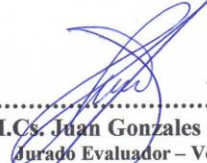
Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el comité científico, y luego de la deliberación, se acordó..... A. PROBAR..... con la calificación de DIECIOCHO (18)..... la mencionada Tesis; en tal virtud, el Bach. En Ciencias Ambientales **WALTER HUMBERTO RABANAL DÍAZ**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredite como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la unidad de Posgrado de la facultad de >Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 20:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Juan Chávez Rabanal
Jurado Evaluador – Presidente


.....
M.Cs. Luis Azabache Coronado
Asesor


.....
M. Cs. Attilio Cadenillas Martínez
Jurado Evaluador – Secretario


.....
M.Cs. Juan Gonzales García
Jurado Evaluador – Vocal

A:

Dios por permitirme cumplir con una meta más de mi vida profesional

A mi Madre, esposa e hijos, porque siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos para hacer de mí, mejor persona y en especial a mi Padre aunque no esté físicamente con nosotros, pero sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo los retos que tenga que afrontar durante mi vida lo haga con mucha sapiencia y humildad

AGRADECIMIENTO.

Al Alcalde Provincial de Chota y sus funcionarios, principalmente al área de Medio Ambiente, quienes han contribuido significativamente con su participación y dedicación en todo momento durante el desarrollo de la presente investigación, a la Ing. Katya Idrogo Vallejos, por su apoyo y participación incondicional, del mismo modo un agradecimiento especial a las trabajadoras del área de limpieza pública por su valiosa colaboración y a cada una de las personas que de manera directa o indirecta han apoyado en el desarrollo de la presente investigación.

Ya no se puede, simplemente, tolerar la basura. Ha concluido el tiempo en que nosotros podemos estar botando tantas cosas afuera, en las galaxias o aquí, en la tierra. Este es el momento para que todos nosotros descubramos los grandes beneficios y la belleza cósmica de las pequeñas cosas terrestres, como hacer compost.

- Campbell, Stu.

ÍNDICE GENERAL

Ítem	Página
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS.....	XIII
GLOSARIO.....	XIV
RESUMEN.....	XVI
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	9
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.4. LIMITACIONES.....	11
1.5. OBJETIVOS.....	12
CAPÍTULO II.....	13
MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN O MARCO REFERENCIAL.....	13
2.2. BASES TEÓRICAS.....	19
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	37
CAPÍTULO III.....	43
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTEIS Y VARIABLES.....	43
3.1. HIPÓTESIS.....	43
3.2. VARIABLES.....	43
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	45
CAPÍTULO IV.....	46
MARCO METODOLÓGICO.....	46
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	46
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
4.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	49

4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	84
4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS.....	85
4.6. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.	85
4.7. EQUIPOS Y MATERIALES.....	85
CAPÍTULO V.....	87
RESULTADO Y DISCUSIONES	87
CAPÍTULO VI.....	127
PROPUESTA	127
CONCLUSIONES.....	135
RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
ANEXOS	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Fuentes generadoras de residuos sólidos en el distrito de Celendín	13
Tabla 2. Producción promedio de residuos sólidos diaria en Kg por fuente y tipo de residuos. .	14
Tabla 3. Producción de residuos sólidos del distrito de Celendín	16
Tabla 4. Composición física promedio de los residuos sólidos del distrito de Cajamarca	17
Tabla 5. Composición física de los RSD en el distrito de Jesús	19
Tabla 6. Clasificación de los residuos	25
Tabla 7. Propiedades de los residuos solidos.....	29
Tabla 8. Operacionalización de las variables.....	45
Tabla 9. Tasa de crecimiento poblacional	47
Tabla 10. Distribución de las muestras domiciliarias	56
Tabla 11: Distribución de las muestras por estrato	61
Tabla 12: Distribución de la muestra por actividades comerciales - estrato A	62
Tabla 13: Distribución de la muestra por giro de actividades comerciales estrato B	63
Tabla 14. Equipos y materiales utilizados en la investigación.	86
Tabla 16. Cantidad de residuos sólidos generados correspondiente al estrato B	89
Tabla 17. Composición de los residuos sólidos domiciliarios estrato A y B	90
Tabla 18. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios estrato A y B.....	92
Tabla 19. Generación de residuos sólidos venta de artículos diversos.....	93
Tabla 20. Generación de residuos sólidos de ferreterías.....	94
Tabla 21. Generación de residuos en bodegas	95
Tabla 23. Generación de residuos sólidos de librería/ bazar/ fotocopia	96
Tabla 24. Generación de residuos sólidos de bancos, entidades financieras.	97
Tabla 25. Generación de residuos sólidos de salón de belleza.....	97
Tabla 26. Generación de residuos sólidos de cabinas de internet/ locutorios	97
Tabla 27. Generación de residuos sólidos de hoteles - hospedajes	98
Tabla 28. Generación de residuos sólidos de puestos de venta de alimentos	98

Tabla 29. Generación de residuos sólidos de clínicas/laboratorios dentales/similares.....	99
Tabla 30. Generación de residuos sólidos de consultorio médico	99
Tabla 31. Generación de residuos sólidos de boticas- farmacias y similares.....	99
Tabla 32. Generación de residuos sólidos de oficinas administrativas (públicas y privadas) ...	100
Tabla 33. Generación de residuos sólidos vías públicas	100
Tabla 34. Generación de residuos sólidos de instituciones educativas	101
Tabla 35. Generación de residuos sólidos mercado.....	101
Tabla 36. Generación de residuos sólidos no domiciliarios.....	102
Tabla 37. Composición de residuos sólidos en el mercado central.....	104
Tabla 38. Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios.	106
Tabla 39. Humedad de los residuo sólidos domiciliarios	107
Tabla 40. Humedad de los residuo sólidos no domiciliarios.....	108
Tabla 41. Generación de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de chota.....	108
Tabla 42. Generación de residuos sólidos no domiciliarios.....	109
Tabla 43. Generación de residuos sólidos municipales	110
Tabla 44. Composición de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Chota	111
Tabla 46. Determinación de observaciones sospechosas.....	119
Tabla 47. Cantidad de datos de cada estrato	124
Tabla 48. Análisis de varianza.....	125
Tabla 49. Secuencias de actividades para la construcción del relleno sanitario.....	128
Tabla 50. Costos de implementación de la propuesta técnica.....	130
Tabla 51. Implementación de la propuesta a nivel de gestión municipal.....	130

Índice de figuras

Figuras	Página
Figura 1. Ubicación del estudio.....	47
Figura 2. Diseño de la investigación	49
Figura 3. Plano, zonificación de estratos socioeconómicos.	52
Figura 4. Determinación de la población actual	53
Figura 5. Proyección de la población urbana del distrito de Chota.....	54
Figura 6. Determinación de las muestras domiciliarias	55
Figura 7. Distribución de las muestra	57
Figura 8. Ruta de recolección de muestras estrato A – ruta 1	58
Figura 9. Ruta de recolección de muestras estrato B – ruta 2	59
Figura 10. Stiker de identificación – predios domiciliarios	60
Figura 11. Determinación de la muestra predios no domiciliarios.....	61
Figura 12. Sticker de identificación - predios no domiciliarios	63
Figura 13. Ubicación muestras - predios no domiciliarios.....	64
Figura 14. Ruta de recolección - predios no domiciliarios	65
Figura 15. Reunión de coordinación - gerencia de servicios públicos	66
Figura 16. Determinación de los estratos para las muestras de predios.	66
Figura 17. Reunión con equipo técnico de trabajo.....	67
Figura 18. Capacitación a encuestadores y equipo técnico	68
Figura 19. Capacitación a personal encuestador.	68
Figura 20. Personal encargado de la segregación	69
Figura 21. Empadronamiento vivienda.....	71
Figura 22. Empadronamiento predio no domiciliario	72
Figura 23. Recolección de muestras ruta 1	72
Figura 24. Recolección de muestras ruta 2.....	73
Figura 25. Unidad de recolección para muestras de predios no domiciliarios	73
Figura 26. Stiker ubicado en la puerta de vivienda- Estrato B.....	74
Figura 27. Ubicación del sticker de identificación - predio no domiciliario	74
Figura 28. Recolección de muestra de colegio	75
Figura 29. Segregación de bolsas	76
Figura 30. Determinación de material inerte	76
Figura 31. Llenado del cilindro para la determinación de la densidad	77
Figura 32. Determinación de densidad según criterio técnico adoptado	77
Figura 39. Grafica de la prueba de hipótesis	125

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS USADAS

CONAM:	Consejo Nacional del Ambiente
CEPIS:	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
DIGESA:	Dirección General de Salud
EC-RSM:	Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales
EPS-RS:	Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos
EC-RS:	Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos
EPA:	Agencia de Protección Ambiental
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINAM:	Ministerio del Ambiente
MINSA:	Ministerio de Salud
OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PET:	Polietileno Tereftalato
RSD:	Residuos Sólidos Domiciliarios
RSM:	Residuos Sólidos Municipales
RSND:	Residuos Sólidos No Domiciliarios
SIGRES:	Sistema Integral de Gestión de Residuos sólidos
SIGERSOL:	Sistema de Información de Gestión de los Residuos Solidos

GLOSARIO

Caracterización de los residuos sólidos. Para la presente investigación es el análisis de la cantidad y las características de las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos que se generan en las viviendas, comercio, mercados, parques y vías públicas de un determinado lugar.

Contaminación. En esta investigación, es la alteración reversible o irreversible de los ecosistemas por la presencia de un contaminante de origen físico, químico y biológico o la combinación de ellos que cause desequilibrio o perturbación ecológica.

Ciclo de los residuos sólidos. En esta investigación, está referido a cada una de las etapas que abarca el manejo de los residuos sólidos municipales, desde la generación, barrido, almacenamiento, recolección, tratamiento hasta la disposición final.

Disposición final. En esta investigación es la etapa final del ciclo de los residuos sólidos, que consiste en depositar los residuos sólidos en lugares o instalaciones cuyas características prevean afectaciones a la salud de la población y al medio ambiente.

Residuos sólidos. Los residuos sólidos comprenden todos los residuos que provienen de actividades humanas, que normalmente son sólidos e igualmente son desechadas como inútiles o superfluos. El termino residuos sólidos comprende tanto la masa heterogénea de los residuos agrícolas, industriales, minerales.

Residuos sólidos domiciliarios. Para la presente, se ha considerado aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares.

Residuos sólidos no domiciliarios. Para la presente, se ha estimado aquellos residuos generados fuera de las actividades domésticas, los cuales se considera a residuos generados en actividades comerciales, mercados, en vías públicas, en parques y lugares recreativos y que presentan las mismas características que los residuos domiciliarios.

Residuos sólidos Municipal. Para la presente, se ha considerado como el agrupamiento o sumatoria de los residuos domiciliarios y residuos no domiciliarios cuya responsabilidad de manejar recae en las municipalidades.

Relleno sanitario. Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

Generación per-cápita. Se define como la cantidad media de residuos sólidos generado por un habitante, expresado en peso, en el transcurso de un día (Kg/día-habitante) se utiliza como indicador en el manejo integral de los residuos en general.

Reaprovechamiento. Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.

Composición. Permite conocer qué componentes tienen los residuos, esto permite tener un criterio técnico para establecer programas de recuperación y/o reciclaje de residuos.

Recolección. Para esta investigación, se ha considerado como la acción de recoger en vehículos motorizados (camión compactador) los residuos que se generan y que son almacenados en diferentes recipientes en las veredas de las viviendas, por los pobladores de un determinado lugar a fin de poder continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

Segregación de residuos. En la presente investigación se ha considerado a la acción voluntaria y concienzuda que realiza una persona o colectividad de separar los residuos que genera en diferentes contenedores, para luego ser recolectado y manejados en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos que se generan en el distrito de Chota, utilizando un procedimiento claro y sencillo conocido como caracterización de residuos, permitiendo orientar a los profesionales involucrados en el servicio de aseo urbano en la aplicación de los métodos técnicos para el análisis de los residuos, hecho que les permitiría brindar un adecuada gestión y manejo del servicio de aseo urbano. En la investigación se utiliza un diseño analítico y descriptivo, donde se describe la realidad tal y conforme se presenta en la naturaleza sin manipular ninguna variable, tomando como unidad de muestra la fuente domiciliaria y no domiciliaria; debido a que generalmente la cantidad y la composición de los residuos sólidos generados y/o recolectados proceden de estas fuentes y donde se ha considerado todas las viviendas del ámbito urbano y periurbano de la ciudad de Chota, las cuales tienen una característica en común que permitió estudiarlas. Los datos obtenidos en relación a la cantidad de residuos sólidos a nivel domiciliaria de 9 603 Kg/día o 9,603 tn/día y de 3 634,35 kg/día o 3,634 tn/día a nivel no domiciliaria, determinando un total de 13 237 kg/día o 13,237 tn/día generados a nivel de residuos municipal en todo la ciudad de Chota, la composición a nivel de residuos sólidos domiciliaria, el componente de mayor porcentaje es el residuo orgánico con 60,37%, seguido de residuos sanitarios integrado principalmente por restos de pañales con un 7,25%; madera y follaje 4,82%; y bolsas plásticas con un 4,62%, del mismo modo la densidad a nivel de residuos sólidos municipales es de 108,07 kg/m³ y una humedad de 60,37%. Información técnica y científicamente, que permitirá diseñar el nuevo relleno sanitario, contribuyendo a solucionar la problemática planteada de los residuos sólidos en armonía con el medio ambiente.

Palabras clave: Residuos sólidos, caracterización, chota, relleno sanitario

ABSTRACT

The present research work aims at determining the physical properties and geotécnicas of the solid residues that are generated at Chota's district, utilizing a procedure for the obvious obtaining and small change known as characterization of residues, allowing to guide the servants of urbane cleanliness in the application of the simple methods for the analysis of the residues to the professionals involved in, fact that would permit them to toast one adequate step and handling of the service of urbane cleanliness. An analytical and descriptive design is utilized in investigation, where the reality is described such and conform you show up in the nature without manipulating no variable, taking like unit of sign the domiciliary source and you would not domicile ; Owed to than generally the quantity and the composition of the solid generated residues and or recollected they come from these sources and the urbane space's all houses and periurbano of Chota's city, which are considerate they have a characteristic jointly that you allowed to study them. The data once solid level domiciliary 7 residues were gotten from in relation to the quantity 9 603 kg day or 9,603 tn day and of 3 634.35 kg day or 3,634 Tn level day not domiciliary, determining a total of 13 237 kg day or 13,273 Tn day of residues generated level of municipal residues in everything Chota's city, the level composition of solid domiciliary residues, the component of bigger percentage is organic matter with 60.37 %, followed of sanitary residues integrated principally by remains of diapers with a 7.25 %; Wood and foliage 4.82 %; And plastic bags with a 4.62 %, in the same way the level density of solid municipal residues comes from 108.07 Kg/m³ and 60.37 % humidity. Technical information and scientifically, that it will allow designing a new sanitary filling, contributing to solve the problems of the solid residues in accord with the ambient midway.

Key words: Solid residues, characterization, chota, sanitary filling

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Durante la última década, algunas grandes ciudades latinoamericanas han alcanzado estándares similares a los de los países desarrollados en el manejo de los servicios de limpieza pública y la disposición de residuos sólidos municipales; sin embargo, la situación general sigue siendo preocupante. En las ciudades intermedias y en los pueblos del interior del país el servicio deficiente, es un problema que afecta la vida diaria de millones de habitantes de la región, mientras que la inadecuada disposición de los residuos sigue situando en riesgo la salud de las comunidades afectadas, debido a sus efectos directos sobre el aire y los recursos naturales, en especial sobre el suelo y las aguas subterráneas requeridas para el consumo humano directo y de riego.

Pese a la creciente concientización ambiental y a la cantidad de información sobre el tema, ésta no se aplica en la realidad, ello se debe a las limitaciones o desinterés de los gobiernos locales para atender todas las fases del sistema de aseo urbano, la insuficiente gestión de las entidades responsables de vigilar y controlar, y a la reducida participación de los propios usuarios, quienes con la escasa o nula participación del pago dificultan el financiamiento de las inversiones para poder cubrir las operación del servicio; sumado a esto también se encuentra el crecimiento exponencial de la población cada año y su alta concentración en núcleos poblacionales que, en conjunción con una falta de cultura o educación ambiental de la población, permite que se concentre la mayor cantidad de residuos sólidos en las ciudades y por ende es donde más se visualiza y enfatiza la problemática de una inadecuada gestión de los residuos urbanos; este es el problema que cada día se viene haciendo visible y generando grandes impactos negativos en los recursos naturales en el área urbana, y la situación de la gestión y manejo de los residuos sigue siendo crítica y prioritaria en su intervención, esto se muestra con mayor énfasis en la cantidad de municipios que no colocan sus residuos en lugares autorizados de disposición final, siendo hasta el año 2012, 305 municipios de un total de 1833, a nivel nacional, representando alrededor del 83,37% que no disponen de rellenos sanitarios (MINAM 2013), la cual trae impactos en la salud y en el ambiente, tanto por el arrojado indiscriminado

de residuos al ambiente sin ningún tipo de control y a la elevada generación de los mismos.

En este contexto el presente trabajo de investigación busca determinar las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos que se generan en un determinado ámbito geográfico como lo es la ciudad de Chota, utilizando una herramienta fundamental que es la caracterización de los residuos, que permitirá a los funcionarios encargados de manejar los residuos sólidos del mencionado distrito tener los mecanismos necesario para afrontar la problemática que les aqueja, a través del diseño (construcción) de su Relleno Sanitario y lograr una eficiente gestión integral de los residuos sólidos generados en armonía con el medio ambiente y salvaguarda de la salud de la población Chotana.

El documento se encuentra estructurado en cinco capítulos: el primer capítulo muestra los resultados de la formulación del problema, cuya pregunta de investigación fue: ¿Cuál son las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, que contribuirían a un eficiente diseño del relleno sanitario y sus respectivas evaluación de los impactos ambientales, de la ciudad de Chota?

El objetivo general de la investigación es determinar las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, que contribuiría a un eficiente diseño del relleno sanitario y respectiva evaluación de los impactos ambientales de la ciudad de Chota; con los objetivos específicos: Determinar la generación de residuos sólidos por habitante/día. Determinar la cantidad de residuos sólidos a nivel domiciliarios y no domiciliarios. Establecer la composición física, densidad y humedad de los residuos sólidos a nivel municipales. Formulación de una propuesta técnica para resolución de la problemática generada a nivel de residuos sólidos municipales en la ciudad de Chota.

En el segundo capítulo plantea el marco teórico donde se presenta: marco de antecedentes (relativo a trabajos de grado que han desarrollado el tema caracterización de los residuos) marco normativo (referente a las normas sobre residuos sólidos) y por último el marco conceptual en la cual se apoya esta investigación.

En el tercer capítulo se plantea la hipótesis que guía la investigación, cuyo enunciado es el siguiente: La determinación de propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, contribuiría a un eficiente diseño del relleno sanitario y respectiva

evaluación de los impactos ambientales, de la ciudad de Chota, con sus respectivas variables de estudio y el proceso de Operacionalización de las variables.

En el capítulo cuatro, encontramos el desarrollo del proceso metodológico, se describe el diseño. El cual es analítico y descriptivo, que nos permite describir la realidad tal y conforme se presenta en la naturaleza. En este tipo de diseño no se manipula ninguna variable, solo se observa el fenómeno tal y conforme se presenta y el método de investigación aplicado. En la metodología utilizada, se ha tomado como unidad de muestra a la fuente domiciliaria y no domiciliaria; debido a que generalmente la cantidad y la composición de los residuos sólidos generados y/o recolectados proceden de estas fuentes y la población, son todas las viviendas del ámbito urbano y periurbano de la ciudad de Chota, las cuales tienen una característica en común que permitió estudiarlas. El estudio de la población se realizó dividiendo la población en estratos, para lo cual el criterio de estratificación estuvo determinado por la capacidad económica de la población identificando dos (2) estratos A y B. para posteriormente describir todo el proceso de caracterización de los componentes físicos y geotécnicos de los residuos a nivel domiciliaria y no domiciliaria en cada uno de los estratos. Las técnicas de recolección de datos utilizada han sido las fichas de control para los residuos domiciliarios y no domiciliarios y el procesamiento de los datos se ha utilizado el programa de Microsoft Excel.

En el capítulo cinco, corresponde al análisis e interpretación de resultados; este análisis es con respecto a cómo se llevó a cabo el proceso de caracterización de los componentes físicos y geotécnicos de los residuos sólidos, con el fin de determinar la producción per cápita, la composición, la densidad y humedad de los residuos sólidos a nivel municipal. Seguidamente se presenta la metodología para la contrastación de la hipótesis y la matriz de consistencia metodológica; para culminar posteriormente con las conclusiones y recomendaciones. Finalmente en el capítulo seis, se presenta la propuesta para la gestión integral de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Chota a través de la cual se busca salvaguardar la salud de toda la población y la disminuir los impactos ambientales generados por la inadecuada gestión de los residuos sólidos.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización del problema

Los documentos que se nos presentan hoy en día respecto a la problemática de la gestión ambiental de los residuos sólidos y sub productos de las actividades humanas, permiten darnos cuenta de la grave situación que afronta el país. Esta crisis que sobrepasa las funciones y capacidades de los municipios, pone en riesgo la salud y vida de la población, es un indicador, de que todos estamos incumpliendo nuestro deber, no solo con el medio ambiente, sino principalmente con las condiciones que garantizan los derechos fundamentales y una mejor calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible que tanto se anhela en nuestro país.

El incremento de las actividades humanas, ambientalmente mal gestionadas, disminuye la capacidad del ambiente de sostener la vida en el planeta y garantizar un crecimiento económico sostenible a largo plazo. Esto nos impone el deber de aprender cómo vivir cada vez mejor sin que este deseo nos cueste la vida y limite la aspiración de oportunidades equitativas de desarrollo a todas las personas, en las generaciones presentes y futuras. Entonces entendemos que el ambiente nos impone a todos deberes, responsabilidades y compromisos éticos con la humanidad y con nuestro entorno, más que derechos. No es accidental, entonces, que el Derecho Ambiental sea un sistema en donde la lista de deberes supera largamente a la de derechos.

La situación de la gestión y manejo de los residuos sigue siendo crítica y prioritaria en su intervención, eso se refleja con mayor énfasis en la cantidad de municipios que no disponen en lugares autorizados de disposición final, siendo hasta el año 2012, 305 municipios de un total de 1833, representando alrededor del 83,37% de municipios que no disponen de rellenos sanitarios, la cual trae impactos en la salud y en el ambiente, por el arrojado indiscriminado de residuos al ambiente sin ningún tipo de control. (MINAM 2013)

La contaminación del aire, agua y suelo es particularmente peligrosa para los sectores más pobres y excluidos de la sociedad, así como para los niños y niñas, adultos mayores y mujeres gestantes, quienes acusan una mayor indefensión.

La contaminación ambiental le cuesta al país el equivalente al 3,9% de su Producto Bruto Interno del año 2003 o 8.2 mil millones de nuevos soles al año (COMAN 2004). Este monto es “pagado” principalmente por los sectores más pobres y excluidos de la sociedad¹

En este sentido, la gestión integral de los residuos sólidos ha adquirido una importante prioridad en la agenda ambiental del país, no solo por la necesidad de proteger la salud de las personas y conservar la calidad ambiental, sino también por la imperiosa responsabilidad que todos tenemos para prevenir y mitigar los efectos de cambio climático. En este contexto, las 1,833 municipalidades de todo el país, tienen una tarea impostergable de asegurar niveles adecuados de calidad y cobertura de los servicio de limpieza pública, en todo el ciclo de vida de los residuos, desde que éstos se generan hasta su disposición final, pasando por el reciclaje y la sensibilización ambiental de la población; pero a pesar de ello, los programas de capacitación en la formulación de proyectos de inversión pública apuntados a dar solución al problema, en la práctica no han funcionado ni mitigado la necesidad y entrenamiento del personal para la formulación de los proyectos sobre residuos sólidos, a pesar de contar con guías y manuales para este rubro (MEF 2012).

Principalmente estos acontecimientos se deben que en muchas de las municipalidades, se contratan personal sin la capacitación ni estímulo y/o vocación suficiente para poder operar estos sistemas con la eficiencia debida, más aun la falta de información primaria que se requiere para generar indicadores técnicos operativos dentro del sistema que, ha conllevado a fuertes vacíos técnicos y administrativos en el manejo eficiente y eficaz de brindar un servicio de buena calidad hacia la colectividad. De lo anterior se debe tener en cuenta, que de seguir las tendencias actuales, el volumen de los residuos sólidos prácticamente se duplicaría en los próximos 10 años (MINAM 2013). Ello planteará un doble desafío: reducir los déficits actuales del servicio de limpieza pública y atender las demandas futuras con un mayor reto y teniendo presente el enfoque de la ecoeficiencia

En este panorama, es inadecuado considerar que la responsabilidad de la gestión de los residuos sólidos es únicamente municipal. Productores,

¹ Informe “Análisis Ambiental del Perú : Retos para un desarrollo sostenible”, preparado por el Banco Mundial para atender una solicitud del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM)

Consumidores y Estado, en sus tres niveles de gobierno, compartimos responsabilidades. El nivel nacional de gobierno, por ejemplo, tiene el deber de implementar medidas para reducir la generación de residuos sólidos en la industria, mediante la implementación de políticas de minimización, evaluadas en los términos de la relación unidad de producto/desecho, y en las características de reúso, reciclaje y toxicidad de los productos. Finalmente hay que poner especial énfasis en señalar, con claridad y rigor, a cada actor su deber y responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos municipales a fin de poder mitigar el gran impacto ambiental que ejercemos sobre el medio ambiente y la salud de la colectividad.

1.1.2. Descripción del problema

En la actualidad se estima que la producción de los residuos sólidos es alrededor de 23 260 toneladas diarias en el país y solo el 3% de la generación diaria en el país es dispuesta en rellenos sanitarios. El 14,7% se recupera y/o recicla de manera formal o informal y por consiguiente el 54% es destinado a lugares inadecuados, causando un significativo deterioro del ambiente y la salud humana (MINAM 2010).

La economía del Perú en los años 2010 y 2011 creció 8,8% y 6,9 % respectivamente. El PBI per-cápita creció 5,7% considerando los resultados de 2011 respecto al 2010, de forma correlacionada la generación per-cápita (GPC) de residuos domiciliarios creció 5,9% el 2011 versus el 2010, pasando la generación de residuos municipales de 6,0 a 7,2 millones de toneladas/año, valor que sólo incluye la generación urbana del país. El análisis de la composición de los residuos sólidos domiciliarios señala una menor generación de los restos orgánicos provenientes de cocina y de alimentos, sin dejar de ser el componente principal el 2011 alcanzó una importancia del 48,9 %, el segundo componente en importancia son los residuos plásticos que por el contrario se incrementó del 8,07% en el 2010 a 9,48% en el año 2011, otro aspecto significativo ha sido la variación negativa de los residuos peligrosos de origen domiciliario de 7,9 al 6,6% (MINAM 2013).

La información respecto a los valores de generación per-cápita (GPC) de residuos sólidos municipales ha sido analizada considerando el valor promedio

ponderado de la región según año de reporte. El valor promedio país en función a los municipios declarantes y la información integrada para el año 2010 fue de 0,52 kg/hab/día y para el año 2011 el valor se incrementó a 0,61 kg/hab/día, las desviaciones estándar son 0,10 y 0,11 respectivamente². La GPC regional promedio más alta para el año 2010 se dio en la región Ayacucho con 0,68 kg/hab/día y en el año 2011 en la región Huancavelica con el 0,76 kg/hab/día. La GPC más baja fue en la región Tacna en el año 2010 con 0,31 kg/hab/día y el año 2011 en Tumbes también con 0,31 kg/hab/día³. El indicador desarrollado por la CEPIS/OPS/OMS es de 0,35 – 0,75 kg/hab/día, sin embargo, el valor de GPC más bajo y el más alto de los resultados obtenidos, se encuentran por debajo y por encima del indicador desarrollado por CEPIS/OPS/OMS⁴

En relación a la composición, los residuos sólidos peligrosos incluidos en los residuos domiciliarios, tales como pilas, restos de servicios higiénicos, papel higiénico, pañales, focos, residuos de pintura, residuos de medicamento, entre otros, a nivel del país para el año 2010 fue de 7,9% y 6,6% para el año 2011. En el 2010, el 79,58% de los residuos sólidos estaba compuesto por residuos no peligrosos que podían ser reutilizados (Fibra dura vegetal, restos orgánicos de cocina, huesos, restos de jardín, diversos papeles, plásticos - botellas, bolsas, envases-, vidrios, latas, metales, madera, telas, entre otros), de los cuales el 50,19% eran restos orgánicos de cocina y preparación de alimentos.

En el año 2011, la cantidad de residuos no peligrosos reaprovechables creció a 87,78%, de los cuales el 48,9% eran restos orgánicos de la cocina y preparación de alimentos. En el año 2010, los residuos sólidos estuvieron compuestos por restos orgánicos de cocina y alimentos en un 50,19%, mientras que el año 2011 bajo al 48,9%, éstos constituyen los principales residuos generados por los domicilios, seguido por los plásticos con un 8,07% en el 2010 y con el 9,85% el año 2011. En general se puede observar que entre los dos años no hay una gran variación con respecto a la composición de los residuos sólidos a nivel del país⁵.

² MINAM 2013, 26

³ MINAM 2013, 27

⁴ OPS/CEPIS-2002: indicadores para el Gerenciamiento del Servicio de Limpieza Pública. Fuente original: MINAM 2013, 27

⁵ MINAM 2013, 30

Según esta perspectiva la mayor cantidad de residuos generados tiene como componente principal el residuo orgánico, la cual al combinarse con los demás componentes de los residuos y la falta de áreas adecuadas para su tratamiento o disposición final, permite que sean almacenados en botaderos a cielo abierto, lo que favorece la descomposición mediante una serie de procesos químicos complejos. Estos productos principales de descomposición son los líquidos lixiviados y pueden afectar la salud de las poblaciones de los alrededores, los cuales se forman mediante el percolado de líquidos (como por ejemplo, agua de lluvia) a través de sustancias en proceso de descomposición. El líquido, al fluir disuelve algunas sustancias y arrastra partículas con otros compuestos químicos, formando los ácidos orgánicos en ciertas etapas de la descomposición contenido en el lixiviado (como ácido acético, láctico o fórmico) disuelven los metales contenidos en los residuos, transportándolos con el lixiviado lo que permite que se infiltren el suelo llegando muchas veces hacia las napas freáticas donde pueden contaminar las aguas subterráneas y afectar la salud y la vida de las poblaciones que hacen usos de las mismas.

Bajo esta perspectiva, el presente trabajo de investigación, pretende contribuir a generar una información base y fundamental, en relación a la caracterización de los residuos sólidos y poder determinar los indicadores técnicos, en concordancia a la generación familiar per cápita, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos generados a nivel domiciliario y no domiciliario, lo que permitiría realizar un eficiente diseño el Relleno Sanitario y su respectiva evaluación de los impactos ambientales en la ciudad de Chota, contribuyendo de esta manera a solucionar la problemática planteada y realizar una eficiente Gestión Integral de los Residuos Sólidos reflejada en la salud de la colectividad y la conservación de la calidad ambiental.

1.1.3. Formulación del problema.

Pregunta General

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, que contribuiría a un eficiente diseño del relleno sanitario y su respectiva evaluación de los impactos ambientales, de la ciudad de Chota?

Preguntas Específicas

- ¿Cuánto será la cantidad de residuos sólido a nivel domiciliarios y no domiciliarios generados en la ciudad de Chota?
- ¿Cuál será la composición física, densidad y humedad de los residuos sólidos a nivel municipal generados en la ciudad de Chota?
- ¿Cuál será la formulación de la propuesta técnica para resolución de la problemática generada a nivel de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de Chota?

1.2. Justificación e importancia

1.2.1. Justificación científica.

La presente investigación se enmarca en el contexto mundial como uno de los objetivos del milenio⁶, a nivel nacional como política de estado y meta al 2021 para asegurar el tratamiento y disposición final adecuada de los residuos sólidos del ámbito municipal, la agenda ambiental 2013 – 2014 del MINAM, objetivo 10, establece la implementación de programas y proyectos de inversión pública y privada, en ciudades priorizadas, que incorporen el reaprovechamiento y la disposición final segura de los residuos sólidos municipales, así como el desarrollo de la pre inversión de programas de clausura y recuperación de botaderos de residuo sólidos. Es así que la investigación busca solucionar la problemática de la disposición final que hoy afecta a la ciudad de Chota, caracterizando los residuos sólidos que se generan en la ciudad, lo que permitiría desarrollar el diseño de un Relleno Sanitario donde se disponga de una manera segura y sanitaria los residuos que se generan y así contribuir a salvaguardar la salud de la población en armonía con el medio ambiente.

⁶ Objetivo 7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente. Específicamente relacionado al temas de acceso a los servicios de saneamiento básico. (agua, desagüe, disposición de excretas y disposición de residuos sólidos).

1.2.2. Justificación técnica.

La investigación también permite conocer en forma detallada las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales producidos en la ciudad de Chota y contribuir con una herramienta técnica e indispensable a fin de poder implementar los planes Integrales de gestión ambiental de residuos sólidos⁷. Del mismo modo la investigación de manera indirecta contribuirá a la eliminación del actual botadero que a la fecha causa mucho malestar a la población, por ser considerado un foco infecto contagioso de enfermedades que puedan afectar la salud directa de los vecinos y transeúntes aledaños a la zona donde se encuentra el botadero.

Demostrar que la metodología de caracterización, planteada en la presente investigación es el pilar fundamental en el cual se soporta todo el sistema de gestión integral de residuos sólidos y a través de la cual se construye, planifica y se desarrolla los proyectos para realizar una adecuada gestión de los residuos urbanos, traduciéndose finalmente es un procedimiento técnico operativo para la elaboración del diseño y posteriormente la construcción del Relleno Sanitario.

1.2.3. Justificación Institucional y personal.

La investigación se enmarca dentro de las prioridades de la municipalidad, de dar solución a la problemática generada de los residuos sólidos, contando con el apoyo unánime de cada uno de los miembros del consejo provincial, quienes han otorgado todas las facilidades logísticas y económicas del caso para el desarrollo de la presente investigación.

Así mismo a través de la presente investigación, se me permitirá aportar y contribuir de una manera muy significativa al desarrollo y bienestar del pueblo de Chota, que me alberga y me permite desarrollarme profesionalmente.

⁷ Art. 23. De D.S.N° 057-2004-PCM.

Las Municipalidades provinciales formularan Planes Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), con participación de la ciudadanía y en coordinación con las municipalidades distritales, la autoridad de Salud y las Autoridades competentes previstas en la Ley.

1.3. Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrollara en el ciudad de Chota, tanto en el ámbito urbano y periurbano, en donde se tendrá que muestrear a viviendas, hoteles, restaurants, bodegas, discotecas, bares, mercados, instituciones y vías públicas seleccionadas, para poder determinar las características de los residuos domiciliarios y no domiciliario que se generan en la localidad, por un periodo de 75 días y con el apoyo logístico y de recurso humano contratado por la Municipalidad Provincial de Chota; la información obtenida en la presente investigación, perimirá desarrollar posteriormente el expediente técnico donde se dimensione y diseñe la infraestructura del Relleno Sanitario y se evaluara los impactos que cause el proyecto en sus diversas etapas a nivel de planificación, construcción, operación, cierre y post cierre en el medio ambiente.

El estudio utiliza una metodología de análisis de los residuos sólidos municipales, en el cual se presenta la validación del tamaño de la muestra de viviendas y/o establecimientos, a fin de tener la seguridad que el tamaño de la muestra final permita efectuar una inferencia estadística válida. El estudio no contempla diagnostico situacionales del manejo de los residuos sólidos en el ciudad de chota, tampoco se abarca aspectos técnicos ni administrativos propios de la gestión de los residuo sólidos.

1.4. Limitaciones

El factor limitante de la investigación es el aspecto económico, recursos humanos y logísticos, de no aprobarse el presupuesto de financiamiento por parte de la Institución no se podría haber ejecutado la investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, que contribuirá a un eficiente diseño del relleno sanitario y su respectiva evaluación de los impactos ambientales, de la ciudad de Chota.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la generación de residuos sólidos por habitante por día.
- Determinar la cantidad de residuos sólidos a nivel domiciliarios y no domiciliarios producidos en la ciudad de Chota
- Establecer la composición física, densidad y humedad de los residuos sólidos a nivel municipal generados en la ciudad de Chota.
- Formulación de una propuesta técnica para resolución de la problemática generada a nivel de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de Chota.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

Para la realización del presente documento; se encontraron las siguientes investigaciones, que tienen relación o aproximación con el tema de caracterización de los residuos municipales, de estos estudios se tomaron aspectos pertinentes para el desarrollo de esta investigación y dentro de los cuales destacamos los siguientes:

2.1.1. Estudio de aseo urbano en la ciudad de Celendín

Este estudio brinda un enfoque integral de la realidad que se presenta el servicio de Aseo Urbano de Celendín, en 1999, cuando aún no se contaba con un parque de tratamiento de residuos sólidos, permitiéndonos conocer algunos parámetros necesarios para el manejo de residuos sólidos. El estudio presenta aspectos importantes como la situación del Servicio de Limpieza Pública en sus diferentes fases, parámetros cualitativos y cuantitativos, así como una propuesta para el mejoramiento del servicio de limpieza pública, haciendo énfasis en la parte administrativa, organización poblacional y educación ambiental, y análisis económico – financiero del servicio de limpieza pública, así como la propuesta económica para poner en marcha el proyecto (Ortiz 1999)

Tabla 1. Fuentes generadoras de residuos sólidos en el distrito de Celendín

FUENTE GENERADORA DE RESIDUOS	DIARIA (t. día ⁻¹)	SEMANAL (t. semana ⁻¹)	ANUAL (t. año ⁻¹)
Domiciliarios	6,81	47,7	2485,7
Mercados	0,99	6,9	361,4
Centro Hospitalarios	0,02	0,1	7,3
Comerciales	0,33	2,3	120,5
Institucionales	0,38	2,7	138,7
Barrido de Vías	0,83	5,8	303,0
TOTALES	9,36	65,52	3416,4

Fuente: (Ortiz 1999)

2.1.2. Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos de la ciudad de Celendín.

Esta investigación se realiza en el año 2004, en el cual demuestra la importancia de poder aprovechar la fracción orgánica de los residuos sólidos, adecuando una técnica que agilice su descomposición, convirtiéndolos en un abono orgánico (compost). Cuya propuesta de la investigación es aumentar la vida útil del relleno sanitario, aprovechando parte de los residuos orgánicos en la producción de compost, disminuirá el volumen de los residuos sólidos en el relleno sanitario, a través de una concientización ambiental para la selección adecuada de los residuos, desde la fuente de generación. (Alva et al. 2004).

Tabla 2. Producción promedio de residuos sólidos diaria en Kg por fuente y tipo de residuos.

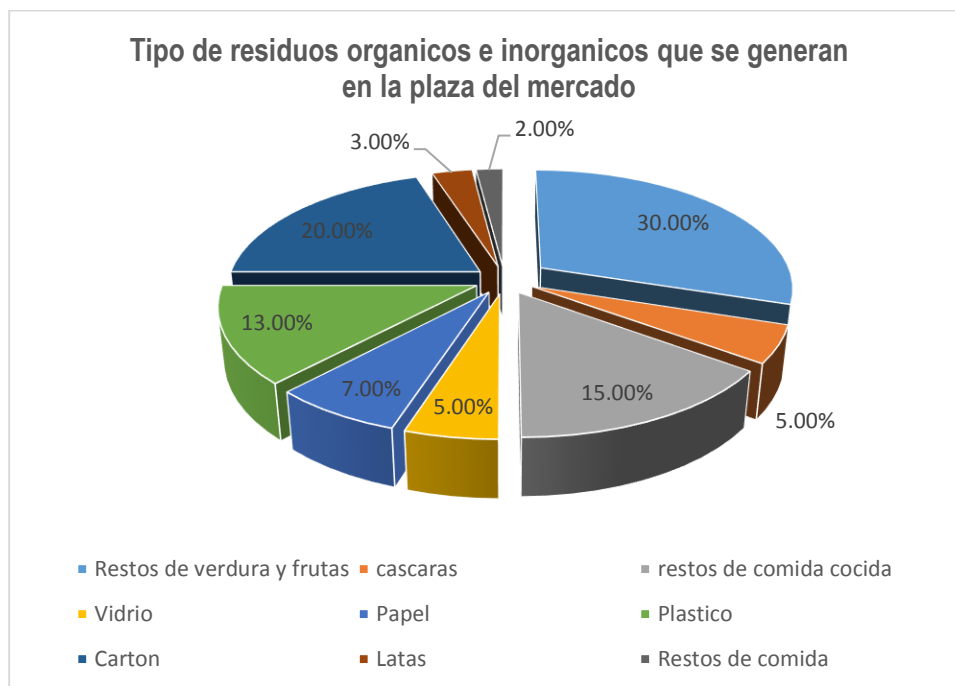
FUENTES TIPO	Mercados	Plaza pecuaria	Hospitales /Farmacias	Instituc.	Barrido de calles	Comerciales	Domiciliarios	TOTAL
ORGANICOS	805,37	48,57	0,7	158,64	405,51	153,91	2444,65	4017,35
INORGANICOS	200	24,29	7,85	204,8	421,14	192,34	1956,95	3007,37
TOTAL	10005,37	72,86	8,55	363,44	825,65	346,25	4401,6	7024,72

Fuente: (Alva et al. 2004).

2.1.3. Propuesta de programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de Mercado de Cerete, Cereabastos – Córdoba 2009.

En las plazas de mercado se producen unos volúmenes considerables de residuos sólidos los cuales son una de las principales causas que contribuyen a la contaminación ambiental. En la única central de abastos del municipio de Cereté (Córdoba) “CEREABASTOS”; se presenta una situación ambiental bastante preocupante; porque no se realiza correctamente el manejo integral de estos que se generan allí; los cuales evidencian impactos ambientales muy altos, que fueron arrojados por la evaluación de impacto ambiental; donde se ven afectados el aire por la generación de olores putrefactos producto de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos que son los que más se producen, al paisaje (contaminación visual) por la acumulación en lugares inapropiados, al agua por vertimientos de estos al sistema de alcantarillado y

en menor grado pero significativo a la salud de los actores principales (vendedores), por reproducción excesiva de animales infecto contagiosos. Para contribuir de alguna forma con la disminución de la contaminación en este lugar; se propone un programa pertinente con actividades puntuales en las fases más críticas del manejo interno de estos residuos; el cual consta de proyectos dirigidos a: aplicación de bonos, educación ambiental, diseño de rutas de evacuación para los residuos, almacenamiento selectivo, instalación de un centro de acopio y fomentar la formación de una organización comunitaria que ejerza la actividad de rescate y aprovechamiento de residuos sólidos. Con el fin que en las fases de generación, separación y almacenamiento para evitar impactos ambientales y de algún modo aportar a la gestión ambiental municipal (López 2009)



Fuente: (López 2009)

2.1.4. Gestión ambiental para el manejo de residuos sólidos con ecoeficiencia Celendín 2010.

El estudio presenta la realidad social de Celendín y su relación con la producción de residuos sólidos; la forma como se realiza la gestión ambiental Municipal, y el manejo de residuos sólidos por parte del municipio, en la zona urbana y peri urbana de la ciudad.

Esta problemática lo encuadra dentro de la estrategia nacional de la eficiencia ambiental y propone una solución de cómo debe realizar una eficiente gestión de residuo sólidos con ecoeficiencia. (Rabanal 2010).

Tabla 3. Producción de residuos sólidos del distrito de Celendín

COMPONENTES	PORCENTAJE
Materia Orgánica	58,46%
Papel	3,75%
Cartón	6,08%
Vidrio	2,38%
Metal ferroso	1,33%
Aluminio	0,09%
PET	2,93%
PEAD	2,98%
PVC	0,57%
PEBD	3,34%
PP	0,58%
PS	0,48%
Metal	0,05%
Telas, textiles	0,74%
Caucho, cuero, jebe	0,70%
Pilas	0,69%
Restos de medicinas, focos, etc.	0,03%
Residuos Sanitarios	0,76%
Residuos Inertes	11,98%
Otros	0,34%
tóner	2,34%
TOTAL	100,00%

Fuente: (Rabanal 2010).

2.1.5. Eficiencia del tratamiento de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca 2010.

Se realizó el estudio para determinar la eficiencia del tratamiento de los residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca, para lo cual se utilizó un diseño no experimental, de nivel analítico descriptivo durante el 2010. La hipótesis que se sometió a contrastación fue que el tratamiento de los residuos sólidos que realiza la Municipalidad Provincial de Cajamarca es deficiente. Las técnicas que se utilizaron para contrastar la hipótesis fueron: la observación sistemática y análisis documental. Los resultados corroboraron la hipótesis formulada, ya que se encontró que el tratamiento de los residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca es muy deficiente. Adicionalmente, se encontró que el 52% de los residuos corresponde al componente de materia orgánica, el 28,8% a materia

inorgánica y el 22,5% es material recuperable, el servicio de limpieza pública es muy deficiente y que los factores demográficos, sociales, técnicos, legales y administrativos están relacionados con la ineficiencia del servicio. (Estrada y Cerna 2010)

Tabla 4. Composición física promedio de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Cajamarca

COMPONENTE	PORCENTAJE
Materia Orgánica	59,29
Papel	4,25
Cartón	2,08
Plástico rígido	1,88
Plástico no rígido	4,45
PET	1,66
Metal ferroso	0,17
Metal no ferroso	1,44
Vidrio	1,41
Tecnopor	0,09
Papeles, toallas higiénicas y papel higiénico	6,8
Pilas	0,01
Jebe	0,05
Madera	0,01
Cuero	0,85
Telas, textiles	1,77
Material inerte	13,88
TOTAL	100,00

Fuente:(Estrada y Cerna 2010)

2.1.6. Efecto del botadero de residuos sólidos sobre la calidad microbiológica del agua de los ríos Hayoamba y Cascasen – San Marcos – Cajamarca 2004.

La investigación se desarrolló en la ciudad de San Marcos – Cajamarca durante los meses de abril a julio del año 2004., cuyo objetivo fue determinar el efecto del botadero de residuos sólidos sobre la calidad microbiológica de agua de la unión de los ríos Huayobamba y Cascacen; para lo cual se ubicó cinco (5) estaciones de muestreo distribuidas a lo largo de estos ríos, donde se evaluó los parámetros de Coliformes totales, termotolerantes y Echerichia coli; los resultados demuestran que el botadero de los residuos sólidos tienen un efecto considerable en el incremento de la concentración de Coliformes totales y termotolerantes debido a que superan el rango máximo, establecido por los estándares de calidad ambiental para agua en 17,77 y 27,93 veces más

respectivamente y presentando una diferencia significativa (valor $-p = 0.01$) entre las estaciones de muestreo, ubicadas antes y después del botadero de residuo sólidos, convirtiéndose el agua de la confluencia de estos ríos en un problema para la salud pública de la población ribereña. (Cruz y Paredes 2004)

2.1.7. Situación actual de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Jesús - 2012.

La investigación analiza la situación actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Jesús, provincia y departamento de Cajamarca, donde resalta que el problema de los residuos sólidos en el distrito se debe a la falta de cobertura total del servicio, la disposición final en lugares no autorizados y la falta de segregación en la fuente de generación. La investigación tuvo por objetivo analizar la situación actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito, además, se determinó la caracterización física de los residuos sólidos domiciliarios (RSD), composición y tipo de residuos que se genera; información que servirá para la formulación de planes de minimización y proponer una alternativa de aprovechamiento de algunos residuos sólidos. El método empleado en el estudio consistió en la aplicación de encuestas para recolectar información socioeconómica y ambiental de 85 hogares. Los resultados obtenidos fueron material orgánico con un 47,63%, densidad de 295,07 Kg/m³. Además, el alto porcentaje de material orgánico permitirá a la administración municipal del distrito de Jesús proyectos destinados a la elaboración de compost y el desarrollo de la lombricultura con la participación de diferentes sectores de la población.

Tabla 5. Composición física de los RSD en el distrito de Jesús

RESIDUOS MERCADO	Composición porcentual
Materia Orgánica	47,63%
Madera, Follaje	0,32%
Papel	1,27%
Cartón	1,56%
Vidrio	1,87%
Plástico PET	2,54%
Plástico Duro	5,47%
Plástico no rígido	0,45%
Cartón Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	0,24%
Tecknopor y similares	0,33%
Metal	1,38%
cueros	0,45%
Jebe	0,42%
Pilas	0,19%
Telas textiles	1,59%
Residuos Sanitarios	4,82%
Residuos Inertes	29,47%
Total	100,00%

Fuente: (Carmona 2012)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Normativa legal vigente

El Reglamento para la disposición de los residuos sólidos mediante el empleo de relleno sanitario son las siguientes:

La constitución política,

Promulgada en el año 1993, fija normas que garantizan el derecho que tiene todas las personas a la protección de su salud y gozar de un ambiente equilibrado. Establece así mismo que es el Estado quien determina las políticas nacionales de salud y ambiente

Código Penal.

“La Ley 29263, Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente”, en el título XIII, capítulo I, sobre los Delitos

Ambientales, establece las penalidades por contaminación al ambiente y en su artículo 306, por incumplimiento de las normas relativas al manejo de residuos sólidos, define:

El que sin autorización o aprobación de la autoridad competente, establece un vertedero o botadero de residuos sólidos que pueda perjudicar gravemente la calidad del ambiente, la salud humana o la integridad de los procesos ecológicos, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de 4 años. Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de 02 años.

Con el agente, contraviniendo, leyes, reglamentos o disposiciones establecidas, utiliza desechos sólidos para la alimentación de animales destinados al consumo humano, la pena será no menor de 03 años no mayor de 06 años y con doscientos sesenta a cuatrocientos cincuenta días - multa.

Ley General del Ambiente - Ley N° 28611.

Hace una diferencia de responsabilidades en cuanto al manejo de los residuos sólidos de origen doméstico y comercial (municipales), y de otros tipos de residuos (no municipales), cuyos generadores serán responsables de su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - Ley N° 27446.

Establece dentro de los criterios de protección ambiental, la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas; aspectos ambientales comunes a toda infraestructura de disposición final de residuos sólidos. Así mismo define los estudios ambientales correspondientes a cada tipo de proyecto dependiendo de la envergadura de éstos y la potencialidad de los impactos en el ambiente.

Ley General de Salud - Ley N° 26842.

Ley N° 26842 del 20-07-97 - en la cual se reconoce la responsabilidad del Estado frente a la protección de la salud ambiental. En su artículo 96 del

Capítulo IV, se menciona que en la disposición de sustancias y productos peligrosos deben tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana o al ambiente. Asimismo, los artículos 99, 104 y 107 del Capítulo VIII tratan sobre los desechos y la responsabilidad de las personas naturales o jurídicas de no efectuar descargas de residuos o sustancias contaminantes al agua, el aire o al suelo. El artículo 80º, numeral 3.1 de la misma Ley señala que en materia de saneamiento, salubridad y salud, son funciones específicas de las municipalidades distritales: proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de los desperdicios.

Ley Orgánica de las Municipalidades - Ley N° 27972.

Título V: Competencias y Funciones Específicas de los Gobiernos Locales, artículo 73º, numeral 3 señalan que las municipalidades distritales en materia de Protección y Conservación del Ambiente, cumplen las siguientes funciones:

- Formulan, aprueban, ejecutan y monitorean los planes y políticas locales en materia ambiental, en concordancia con las políticas, normas y planes regionales, sectoriales y nacionales.
- Proponen la creación de áreas de conservación ambiental.
- Promueven la educación e investigación ambiental en su localidad e incentivan la participación ciudadana en todos sus niveles.
- Participan y apoyan a las comisiones ambientales regionales.
- Coordinan con los diversos niveles de gobierno nacional, sectorial y regional, la correcta aplicación local de los instrumentos de planeamiento y gestión ambiental, en el marco del sistema nacional y regional de gestión ambiental.

Ley General de Residuos Sólidos - Ley N° 27314

Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 del 21 de julio del 2000, que presenta las recomendaciones y establece lineamientos generales a tomar en consideración para la implementación y operación de las infraestructuras de disposición final de residuo, así mismo establece la obligatoriedad de elaborar Estudios de Impacto Ambiental en los proyectos de infraestructura de residuos

sólidos, entre ellos el relleno sanitario. Tomar en consideración, la modificación de esta Ley dada por el Decreto Legislativo N° 1065.

Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos – D.S. N° 057-2004-PCM

D.S. N° 057-2004, que siguiendo con los principios establecidos en la Ley General de Residuos, establece los criterios mínimos para la selección de sitio, habilitación, construcción, operación y cierre de las infraestructuras de disposición final. En la actualidad el presente Reglamento se encuentra en modificación.

Decreto legislativo N° 1065

Decreto legislativo D.L que modifica la ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, en los aspectos principales de perfeccionar los lineamientos de política, establece las competencias del Ministerio del Ambiente, especifica las competencias de las autoridades sectoriales, la autoridad de salud, la autoridad de transporte y comunicaciones, establece el rol de los gobiernos regionales y el rol de las municipalidades, precisa las responsabilidades del generador de residuos sólidos del ámbito no municipal, entre otros.

Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública - Ley N° 27293.

Creada con la finalidad de optimizar el uso de los Recursos Públicos destinados a los proyectos de inversión, en ese contexto se sitúan los proyectos de manejo de los residuos sólidos municipales, creando para tal efecto el Sistema Nacional de Inversión Pública, estableciendo además las fases a cumplir por todo proyecto de inversión pública; y su modificatoria dada por Decreto Legislativo N° 1091.

Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada.

D.L N° 757 (13 de noviembre de 1991) - que incentiva el crecimiento de la inversión privada, y que en su artículo 55, precisa que se encuentra prohibido “internar al territorio nacional residuos o desechos, cualquier sea su origen o estado materia, que por su naturaleza, uso fines, resultan peligrosos

radiactivos... El internamiento de cualquier otro tipo de residuos o desechos sólo podrá estar destinado a su reciclaje, reutilización o transformación”.

2.2.2. Relación del Medio Ambiente con los Derechos Humanos.

El derecho a un medio ambiente sano y equilibrado.

La Constitución Política reconoce que “toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida” (Artículo 2º inciso 22). Este derecho también se encuentra consagrado en diversos instrumentos internacionales de derechos humanos, entre los que se encuentran el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos Humanos en materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, según el cual “toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano (...)” y, por lo tanto, “los Estados partes promoverán la protección, preservación y mejoramiento del medio ambiente” (Artículo 11º inciso 1 y 2).

El Tribunal Constitucional Peruano ha precisado el contenido de este derecho y las obligaciones que corresponden al Estado para su realización.

En cuanto a su contenido, el Tribunal Constitucional precisa que no se limita a un atributo subjetivo del ser humano de vivir en un medio ambiente, sino que ese ambiente debe ser “equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida”⁸. De acuerdo con el Tribunal Constitucional, la protección del derecho a un medio ambiente equilibrado debe incluir el conjunto de bases naturales de la vida y su calidad, lo que comprende, a su vez, sus componentes abióticos, como el agua, el aire o el suelo, además de los ecosistemas e, incluso, la ecósfera, esto es, la suma de todos los ecosistemas, que son las comunidades de especies que forman una red de interacciones de orden biológico, físico y químico. A todo ello habría que sumar los elementos sociales y culturales que aporta el grupo humano que lo habite.

Con relación al medio ambiente adecuado para el desarrollo de la vida, el Tribunal Constitucional considera que ello se traduce en la obligación concurrente del Estado y de los particulares de mantener las condiciones

⁸ Tribunal constitucional 2002, párrafo 7

naturales del ambiente a fin de que la vida humana exista en condiciones ambientales dignas. Es decir, en un Estado Democrático y de Derecho, no sólo se trata de garantizar la existencia física de la persona o cualquiera de los demás derechos que le son reconocidos en su condición de ser humano, sino también de protegerlo contra los ataques al medio ambiente en el que se desenvuelva esa existencia, para permitir que la vida se desarrolle en condiciones ambientales aceptables⁹. En la misma línea, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos ha señalado que “las condiciones de grave contaminación ambiental, que pueden causar serias enfermedades físicas, discapacidades y sufrimiento a la población local, son incompatibles con el derecho a ser respetado como ser humano”¹⁰

2.2.3. Los Residuos Sólidos

Según Arenas (2006) manifiesta que la naturaleza y composición de los residuos varía en función de diversos criterios: origen, estado físico, y características físicas, químicas y biológicas. De acuerdo a cada uno de estos criterios, los residuos se pueden clasificar de diversas formas. Dicha clasificación contribuye a seleccionar las técnicas y prácticas para su adecuada gestión o disposición.

Según su estado físico, los residuos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos puramente descriptivos, y con fines de identificar los sistemas de gestión que correspondan a su naturaleza ya que, en la práctica, la clasificación se realiza según la forma de manejo asociado. Por ejemplo, si bien un tambor con aceite usado, que es considerado residuo, es intrínsecamente un líquido, su manejo se realiza como un sólido, pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica.

Según esta perspectiva, los residuos sólidos se definen como aquellos materiales que no representan una utilidad o un valor económico para el generador. Es decir, son los materiales inservibles o inertes generados por las

⁹ Tribunal constitucional 2002, párrafo 8

¹⁰ Comisión Interamericana de Derechos Humanos 1999, Capítulo VIII

unidades económicas y familias, quienes sienten la necesidad de deshacerse de estos.

Tabla 6. Clasificación de los residuos

CRITERIOS DE CLASIFICACION	TIPOS DE RESIDUOS
POR SU ORIGEN	Municipales (de origen doméstico y comercial)
	Industriales
	Hospitalarios
	Agropecuarios
POR EL TIPO DE MANEJO	Mineros
	Inertes
	Peligrosos
	Agropecuarios
	Altamente Peligrosos
POR EL TIPO DE DESCOMPOSICION	Biodegradables
	Desechos (no biodegradables): Pueden ser:
	- Combustibles - No combustibles

Fuente: Adaptado en base a KIELY, G. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. MacGraw Hill, 1ra. Edición en Español, Colombia: 1993, Adaptado por la Defensoría del Pueblo, 2007.

2.2.4. Clasificación de los residuos sólidos

2.2.4.1. Clasificación por su origen

a. Residuos municipales

Los residuos sólidos municipales son aquellos que tienen su origen en las actividades domésticas y comerciales de las ciudades.

Los **residuos domésticos** incluyen a los residuos biodegradables (orgánicos sólidos) e inertes, materiales como papel, cartones, vidrios, plásticos, metales, textiles, pilas, entre otros. Los **residuos comerciales** provienen de bienes y servicios, como centros de abastos de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, centros de convenciones o espectáculos, oficinas de trabajo en general, entre otras actividades comerciales y laborales análogas. Estos residuos están

constituidos mayormente por papel, plásticos, embalajes diversos, restos de aseo personal, latas, entre otros similares. (Arenas 2006).

La ley General de los residuos sólidos establece, que los residuos sólidos domiciliarios:

“Son aquellos residuos generados en las actividades doméstica realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares”¹¹

Entre los residuos municipales también se considera a los residuos especiales, residuos procedentes de actividades de construcción y residuos de limpieza de espacios públicos. Estos son definidos por la Ley General de los Residuos Sólidos en los siguientes términos:

Residuos de instalaciones o actividades especiales

“Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas o privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras, en forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares”¹²

Residuos de las actividades de construcción

“Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines a éstas”¹³

Residuos de limpieza de espacios públicos

“Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas”¹⁴

¹¹ Ley 27314. Ley general de residuo sólido. Decima disposición complementaria

¹² Ley 27314. Ley general de residuo sólido. Decima disposición complementaria

¹³ Ley 27314. Ley general de residuo sólido. Decima disposición complementaria

¹⁴ Ley 27314. Ley general de residuo sólido. Decima disposición complementaria

b. Residuos sólidos industriales

Son aquellos residuos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como manufacturas, química, pesquería y otras similares. Estos residuos se presentan como: lodos, cenizas, desechos metálicos, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, fibras, entre otros, que, generalmente, se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo, en general, los residuos considerados peligrosos.¹⁵

c. Residuos hospitalarios

Son aquellos que proceden de centros de salud, hospitales, clínicas e incluso casas particulares donde se brinda atención a pacientes. Los residuos hospitalarios se consideran residuos peligrosos por ser fuentes infecciosas o citostáticas¹⁶ por contener residuos orgánicos con cargas patógenas elevadas y de alto riesgo para la salud pública.

d. Residuos agropecuarios

Están compuestos por aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos diversos, entre otros¹⁷.

e. Residuos mineros

Los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para tener acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros. Entre éstos destacan los relaves mineros, los residuos industriales, cilindros y piezas metálicas, aceites, grasas, sustancias químicas, lodos, entre otros. Los relaves mineros y sustancias tóxicas son particularmente peligrosos tanto para la salud humana, como para el medio ambiente.

¹⁵ Ley 27314. Ley general de residuo sólido. Decima disposición complementaria

¹⁶ Los medicamentos denominados citostáticos son utilizados en el tratamiento de neoplasias por cuanto son capaces de inhibir el crecimiento desordenado de células, alteran la división celular y destruyen las células que se multiplican rápidamente. Su acción no es selectiva. Por lo tanto, afectan también tejidos sanos como la piel, mucosas, médula ósea, entre otros. Como son extremadamente tóxicos, requieren una manipulación especial.

¹⁷ Ley 27314. Ley general de residuo sólido. Decima disposición complementaria

2.2.4.2. Clasificación por su ámbito de gestión

Los residuos se pueden clasificar según su ámbito de gestión en: residuos sólidos de ámbito de gestión municipal y no municipal

a. Residuos sólidos del ámbito de gestión municipal

Los residuos del ámbito municipal son de responsabilidad del municipio desde el momento en que el generador los entrega a los operarios de la entidad responsable de la prestación del servicio de residuos sólidos, o cuando los dispone en lugares establecidos por dicha entidad para su recolección¹⁸. Estos residuos presentan características iguales o similares a los residuos de origen domiciliario, entre estos tenemos: residuos comerciales, residuos de vías pública, residuos de parques y jardines, residuos de mercados y domicilios.

b. Residuos sólidos del ámbito de gestión no municipal

Son aquellos residuos de carácter peligroso y no peligroso, generados en las áreas productivas e instalaciones industriales o especiales. No comprenden aquellos residuos similares a los domiciliarios y comerciales generados por dichas actividades. Estos residuos son regulados, fiscalizados y sancionados por los ministerios u organismos reguladores correspondientes¹⁹.

2.2.5. Características de los residuos sólidos

El estudio de las características y propiedades de los residuos sólidos constituye una etapa fundamental en el diseño y la planificación de las técnicas y medidas preventivas a seleccionar e implementar durante las etapas del sistema de gestión de los residuos sólidos. Dicha caracterización se puede hacer en varios niveles:

¹⁸ Art.22 del D.S.N°057-2004-PCM. Reglamento de la Ley N° 27314. Ley General de Residuos Sólidos.

¹⁹ Art.24 del D.S.N°057-2004-PCM. Reglamento de la Ley N° 27314. Ley General de Residuos Sólidos.

Tabla 7. Propiedades de los residuos solidos

Propiedades Físicas	Cantidad
	Densidad
	Composición
	Granulometría
Propiedades Geotécnicas	Contenido de humedad
	Conductividad hidráulica
	Capacidad de campo
Propiedades Químicas	Perdida de humedad
	Volatilidad (del material combustible)
	Carbón fijo
	Fracción no combustible (cenizas)
	Punto de fusión de las cenizas
	Análisis elemental
	Poder calórico
Propiedades Biológicas	biodegradabilidad

Fuente: McCreanor, 2002. Physical, Chemical, and Biological Properties of MSW.

2.2.5.1. Propiedades físicas

a. Cantidad y densidad

La cantidad está referida a la producción de residuos sólidos, al nivel del usuario, expresado como tasa de producción diaria de residuos en Kg/persona/día; y al nivel municipal, referido como toneladas métricas de residuos sólidos por día (Tn/día). Esta magnitud permite conocer la demanda del servicio a prestar, así como planificar la infraestructura, la logística y los recursos necesarios para las etapas de recolección, transporte y disposición final. En el mediano plazo, la producción anual de residuos sólidos determina la vida útil y demanda de lugares para rellenos sanitarios. La cantidad también puede servir como indicador de la gestión de residuos sólidos municipales.

La densidad expresa la relación entre la masa de los residuos y la unidad de volumen que ocupan. Esta relación varía con la composición, el grado de humedad y el grado de compactación. Los valores representativos fluctúan desde una densidad no compactada de 150 Kg/m³ hasta 600 Kg/m³ para desechos pulverizados y enterrados.

La densidad de los residuos urbanos permite dimensionar los recipientes de pre-recogida colocados por los municipios en la vía pública, así como los volúmenes de los equipos de recogida y transporte, las tolvas de recepción, cintas, capacidad de vertederos, entre otros. La reducción del volumen tiene lugar en todas las fases de la gestión de los residuos y se utiliza para optimizar la operación (MINAM 2013)

b. Composición y granulometría

La composición, es el término que se usa para describir los componentes individuales que constituye el flujo de residuo sólido y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso, la información sobre la composición es importante para evaluar las necesidades de los equipos, los sistemas y programas y planes de gestión.

La granulometría se refiere a la distribución del tamaño de las partículas de los residuos. Este parámetro es importante para la elección de los métodos de incineración, y la transformación biológica, así como de las etapas de reciclaje, reutilización y especificación de los equipos para tratamientos posteriores. El grado de segregación de los materiales y el tamaño físico de los componentes elementales de los residuos urbanos es útil para planificar los procesos mecánicos de separación, las especificaciones de las cribas²⁰, trómeles²¹ y elementos similares que basan su separación exclusivamente en el tamaño. La granulometría varía (Tchobanoglous 1994)

2.2.5.2. Propiedades geotécnicas

a. Contenido de humedad

El contenido de humedad de los residuos sólidos normalmente se expresa de dos formas. En el método de medición peso-húmedo, la humedad de una muestra se expresa como un porcentaje del peso de material húmedo; en el método peso-seco, se expresa como un porcentaje del peso seco del material.

20 Criba: dispositivo mecánico para la separación física de materiales o elementos de acuerdo a su tamaño o granulometría. Consiste en una malla o tamiz con aperturas de diferentes diámetros y fijo a un bastidor. Se usa para cribar o seleccionar rigurosamente un material.

21 Trómel: Cilindros que contienen las cribas y que son utilizados en las Plantas de Tratamiento para la separación inicial de la materia orgánica del resto de materiales reciclables de los residuos sólidos. Dentro de los trómeles se realiza la apertura de las bolsas de plástico y el cribado de su contenido de manera mecanizada.

El método peso-húmedo se usa más frecuentemente en el campo de la gestión de los residuos sólidos a través del cual podemos calcular la cantidad de generación de lixiviados producido²².

b. Conductividad hidráulica

La conductividad hidráulica (o permeabilidad) es la velocidad de movimiento de agua en el suelo cuando el agua es sometida a una fuerza neta igual a la gravedad. La conductividad del suelo no es un valor constante, sino que depende de la estructura, porosidad y contenido de humedad del suelo. (Tchobanoglous 1994)

c. Capacidad de campo

La capacidad de campo de los residuos sólidos es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad. Esta propiedad es de suma importancia crítica para determinar la formación de lixiviado²³ en los vertederos. El exceso de agua sobre la capacidad de campo se emitirá en forma de lixiviación. La capacidad de campo varía con el grado de presión aplicada y el estado de descomposición del residuo.

2.2.5.3. Propiedades químicas

La alta variabilidad en la composición de los materiales que constituyen los residuos sólidos urbanos da como resultado una composición química muy variable. Para el caso de los residuos sólidos, las características químicas frecuentemente evaluadas son:

- Poder calórico, proporción de carbón fijo, nitrógeno y azufre.
- Proporción de cenizas.
- Proporción de materiales volátiles (combustibles).
- Presencia de metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio, antimonio, plomo, otros).

²² (Tchobanoglous 1994, 84)

²³ Lixiviado: líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, elementos o sustancias que se encuentren en los mismos residuos. Definición de la Ley General de Residuos Sólidos.

- Disolventes clorados, inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad y eco toxicidad, cualidades cancerígenas, mutagénicas o teratológicas, entre otras.

Las propiedades químicas de los residuos urbanos son factores condicionantes para algunos procesos de recuperación, manejo, reprocesado, reutilización y tratamiento final, así como para evaluar sus impactos en la salud humana y en el ambiente. El poder calorífico es esencial en los procesos de recuperación energética, al igual que el porcentaje de cenizas producido en los mismos, u otras características, como la eventual presencia de productos tóxicos, metales pesados, y el contenido de elementos inertes, condicionan el diseño de soluciones adecuadas en los procesos de recuperación, a la vez que obligan a establecer medidas higiénicas y sanitarias de manera preventiva. La composición química de residuos orgánicos permite determinar sus características de recuperación energética y la potencialidad de producir fertilizantes relación carbono/nitrógeno (Orozco et al. 2003).

2.2.5.4. Propiedades biológicas

a. Biodegradabilidad

Quizás la característica biológica más importante de la fracción orgánica de los residuos sólidos es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. La producción de olores y la generación de moscas están relacionadas también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en los residuos sólidos por ejemplo restos de comida. El contenido en sólidos volátiles (SV), determinado a 550° C, frecuentemente se utiliza como una media de biodegradabilidad de la fracción orgánica de los residuos sólidos. El uso del SV para la descripción de la fracción orgánica es erróneo, porque algunos constituyentes orgánicos de los residuos son altamente volátiles pero bajos en biodegradabilidad (por ejemplo, el papel de periódico y algunos recortes de plantas). Alternativamente, se puede usar el

contenido de lignina²⁴ de un residuo para estimar la fracción de biodegradabilidad (Tchobanoglous 1994).

2.2.6. Impactos de una gestión inadecuada.

2.2.6.1. Impactos en la salud

En general, los residuos sólidos poseen altas cargas patógenas y constituyen medios adecuados para la proliferación de agentes vectores²⁵ de enfermedades de alto riesgo para la salud humana, así como para el ambiente. La peligrosidad de los residuos varía de acuerdo al grado de toxicidad o al potencial contaminante de sus componentes, contribuyendo a ello también las condiciones atmosféricas de disposición (humedad y temperatura).

La exposición humana a los residuos peligrosos puede ocurrir en los sitios de generación (exposición ocupacional o exposición durante accidentes), en la segregación formal e informal, durante el transporte, y en los sitios donde se almacenan o se depositan para su tratamiento. En los sitios de disposición final, los trabajadores formales e informales se encuentran expuestos a diversos factores de riesgo generados por las tareas de recolección y transporte de los residuos sólidos. La falta de medidas de prevención y control de riesgos, especialmente en la recolección manual, las condiciones poco seguras del manejo de los residuos, y la falta de hábitos y condiciones de higiene, entre otras causas, aumentan la incidencia de accidentes y enfermedades asociadas tales como exposición a accidentes por exposición a instrumentos punzo-cortantes, infecciones gastrointestinales, epidérmicas y respiratorias, así como por exposición a productos peligrosos (BID 1997)

2.2.6.2. Impactos ambientales

Los impactos ambientales causados por la inadecuada gestión de los residuos sólidos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Contaminación del aire, los gases producidos por la descomposición de la fracción biodegradable de los residuos (metano, sulfuro de hidrógeno y

²⁴ La lignina es un polímero natural que entre otras funciones otorga rigidez a las plantas. El grado de lignificación afecta notablemente a la digestibilidad de la fibra. La lignina, que aumenta de manera ostensible en la pared celular de la planta con el curso de la maduración, es resistente a la degradación bacteriana.

²⁵ Vectores: Entidades biológicas o medios que sirven como vías de entrada y de propagación de microorganismos patógenos.

bióxido de carbono) se dispersan por acción del aire, produciendo olores que se difunden en los entornos. Los olores pueden causar malestar, cefaleas y náuseas, además de desvalorizar las propiedades inmuebles dentro de su ámbito de influencia. La quema de los residuos también contribuye a la generación de monóxido de carbono, dioxinas, cenizas y volatilización de sustancias químicas contaminantes que afectan a la salud (tales como bencina, o cloro-vinilo). Estas sustancias contribuyen a que las poblaciones expuestas sean mucho más susceptibles a desarrollar enfermedades respiratorias²⁶.

El problema de las dioxinas, son compuestos químicos que involucran la unión de moléculas orgánicas con átomos de cloro. Las dioxinas no se producen deliberadamente, excepto en pequeñas cantidades, para trabajos de investigación. Se producen de manera casual, principalmente de dos maneras: En el proceso de fabricación de algunos pesticidas, conservantes, desinfectantes o componentes del papel y cuando se queman a bajas temperaturas materiales como algunos productos químicos, gasolina con plomo, plástico, papel o madera. Su principal característica es su persistencia en el ambiente. Esto quiere decir que son poco biodegradables y químicamente estables, lo que les permite viajar largas distancias. Asimismo, son muy solubles en grasas, por lo que tienden a acumularse en esta clase de tejidos durante largos períodos de tiempo. Existen varios cientos de tipos de dioxinas, la mayoría sin efectos conocidos. Sin embargo, existen algunas como la 2,3,7,8-DDTC²⁷, que se encuentra considerada entre las sustancias más tóxicas conocidas, por lo que es también la más estudiada (Orozco et al. 2003)

De una manera general el manejo de los residuos sólidos puede producir impactos sobre las aguas, el aire, el suelo, la flora y la fauna y ecosistemas tales como:

Contaminación de los recursos hídricos. El vertimiento de residuos sólidos sin tratamiento puede contaminar las aguas superficiales o subterráneas

²⁶ (BID 1997, 12)

²⁷ 2,3,7,8-DDTC: Sub-producto químico generado por la combustión incompleta, así como durante la fabricación de algunos plaguicidas y otros productos químicos. Algunos tipos de reciclado de metales y blanqueo de pulpa y de papel pueden generar dioxinas. Asimismo se han encontrado en las emisiones de automotores, y en el humo del tabaco y la combustión de turba y carbón de leña. Fuente: International Chemical Safety Cards (ICSC, 2007).Dioxinas. Presentado en el contexto de cooperación entre el Programa Internacional de Seguridad Química y la Comisión Europea.

usadas para el abastecimiento público, además de ocasionar inundaciones por obstrucción de los canales de drenaje y del alcantarillado.

La contaminación de las aguas superficiales se manifiesta en forma directa con la presencia de residuos sobre los cuerpos de agua, incrementando de esta forma la carga orgánica con la consiguiente disminución de oxígeno disuelto, incorporación de nutrientes, conduciendo a los cuerpos de agua a procesos de eutrofización²⁸ y la presencia de elementos físcos que imposibilitan usos ulteriores del recurso hídrico y comprometen severamente su aspecto estético. En forma indirecta, la escorrentía y lixiviados provenientes de los sitios de disposición final de residuos sin tratamiento, incorpora tanto a las aguas superficiales, como a los acuíferos, los principales contaminantes caracterizados por altas concentraciones de materia orgánica y sustancias tóxicas. La contaminación de los cursos de agua puede significar la pérdida del recurso para consumo humano o recreación, ocasionar la muerte de la fauna acuática y el deterioro del paisaje. Estos factores y las respectivas medidas de mitigación deben ser considerados en un plan de manejo eficiente de los residuos sólidos. En caso de disposición en manglares la contaminación hídrica puede ocasionar su deterioro.

Contaminación atmosférica. Los principales impactos asociados a la contaminación atmosférica son los olores molestos en las proximidades de los sitios de disposición final y la generación de gases asociados a la digestión bacteriana de la materia orgánica, y a la quema. La quema al aire libre de los residuos o su incineración sin equipos de control adecuados, genera gases y material particulado, tales como, furanos, dioxinas y derivados organoclorados, problemas que se acentúan debido a la composición heterogénea de residuos con mayores tenores de plásticos.

Contaminación del suelo. La descarga y acumulación de residuos en sitios periurbanos, urbanos o rurales producen impactos estéticos, malos olores y polvos irritantes. El volcamiento de residuos en sitios frágiles o inestables y en

28 La Eutrofización se define como el proceso de crecimiento acelerado de fitoplancton en un cuerpo de agua debido a la disponibilidad excesiva de nutrientes (nitrógeno, potasio y fósforo). El aporte excesivo de nutrientes proviene muchas veces del vertimiento de aguas residuales o materia orgánica procedente de las actividades urbanas o agrícolas. La explosión de un tipo de alga en particular en un ambiente acuático tiende a reducir la cantidad de luz que ingresa al fondo del ecosistema impidiendo la fotosíntesis, incremento de la actividad metabólica, reducción de la cantidad de oxígeno disponible, y alteración de las condiciones físico-químicas del agua. De esta manera, el ambiente se vuelve pronto anóxico (sin oxígeno). Esta situación produce cambios significativos en la composición, estructura y dinámica del ecosistema original, afectando a las especies de los ecosistemas acuáticos.

depressiones causadas por erosión puede ocasionar derrumbes de franjas de morros y residencias construidas en áreas de riesgo o suelos con pendiente. Además, el suelo que subyace los desechos sólidos depositados en un botadero a cielo abierto o en un relleno sanitario se contamina con microorganismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas e hidrocarburos clorinados que están presentes en el lixiviado de los desechos.

Amenazas a flora y fauna. Los impactos ambientales directos sobre la flora y fauna se encuentran asociados, en general, a la remoción de espécimen de la flora y a la perturbación de la fauna nativa durante la fase de construcción, y a la operación inadecuada de un sistema de disposición final de residuos.

Alteraciones del medio antrópico. El aspecto sociocultural tiene un papel crítico en el manejo de los residuos. Uno de los principales problemas es la falta de conciencia colectiva y/o conductas sanitarias por parte de la población para disponer sus residuos, dejándolos abandonados en calles, áreas verdes, márgenes de los ríos, playas, deteriorando así las condiciones del paisaje existente y comprometiendo a la estética y al medio. Por otro lado, la degradación ambiental conlleva costos sociales y económicos tales como la devaluación de propiedades, pérdida de turismo, y otros costos asociados, tales como, la salud de los trabajadores y de sus dependientes. Impactos positivos pueden ser la generación de empleos, el desarrollo de técnicas autóctonas, de mercados para reciclables y materiales de reúso (BID 1997)

2.2.6.3. Implicancias económicas

La falta de inversión en el control de la contaminación derivada de los residuos sólidos produce pérdidas de bienestar, enfermedades, muertes prematuras y costo para actividades económicas como la agricultura o el turismo que, al no ser compensadas, califican como externalidades ambientales negativas.

Si bien en el Perú no existen datos sobre los costos o daños económicos que generan los residuos a la propiedad privada o a las actividades económicas como el turismo y la agricultura, sí existen estimaciones relacionadas con el saneamiento.

El informe “Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible”, preparado por el Banco Mundial a solicitud del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM 2007), estima que la contaminación ambiental le cuesta al país el equivalente al 3.9% de su Producto Bruto Interno del año 2003 u 8.2 mil millones de nuevos soles al año, y que este monto es “pagado” principalmente por los sectores más pobres y excluidos de la sociedad.

En efecto, el citado informe sostiene que:

“Los impactos de enfermedades transmitidas por agua son varias veces más altos para los pobres que para los no pobres. Tanto la mortalidad infantil como la prevalencia de diarrea infantil tienen una fuerte correlación con la pobreza. Datos oficiales indican que la tasa de mortalidad infantil en el 20% más pobre de la población fue cinco veces más alto que el 20% más rico mientras que la prevalencia de diarrea infantil entre el primer grupo fue cinco veces más alto que para el último grupo. Basados en estos datos y en la mayor cantidad relativa de niños en la población pobre, se estima que los impactos en la salud por cada mil personas son tres veces más altos en la población pobres que en las no pobre. La diferencia es aún más alta en términos de impactos relativos a los ingresos, con impacto en la población pobre de 10 veces más alto que en los no pobres”.

En tal sentido, se debe tener conciencia de que la inversión en la gestión de los residuos sólidos municipales genera un mayor impacto en la mejora de las condiciones de vida de los más pobres y excluidos de la sociedad, ayudando a romper el círculo de la degradación ambiental y la pobreza.

2.3. Definición de Términos Básicos

2.3.1. Botadero.

Un botadero²⁹ es el lugar donde se disponen los residuos sólidos sin ningún tipo de control; los residuos no se compactan ni cubren diariamente y eso produce olores desagradables, gases y líquidos contaminantes. Muchas veces

²⁹ VI disposición complementaria de la Ley 27314.

Las Municipalidades provinciales incorporaran en su presupuesto, partidas específicas para la elaboración y ejecución de sus respectivos planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, en los cuales debe incluirse la erradicación de los botaderos existentes o adecuación de acuerdo a los mandatos establecidos en la presente Ley.

en los botaderos existen recicladores y criadores de cerdos que ponen en riesgo la salud y contaminan el ambiente (CONAM/CEPIS/OMS 2004).

2.3.2. Concepto de ambiente

En la teoría general de sistemas, un ambiente es un complejo de factores externos que actúan sobre un sistema y determinan su curso y su forma de existencia. Un ambiente podría considerarse como súper conjunto en el cual el sistema dado es un subconjunto. Un ambiente puede tener uno o más parámetros físicos o de otra naturaleza.

En epidemiología: el ambiente es un conjunto de factores llamados factores extrínsecos que influyen sobre la existencia, la exposición y la susceptibilidad del agente en provocar una enfermedad al huésped. (Coasaca 1992)

Para la presente investigación sólo se han considerado aquellas propiedades de uso más difundido, como de mayor accesibilidad para su evaluación, y en virtud de su utilidad práctica en la aplicación de criterios de diseño y selección de las técnicas de gestión de los residuos, estos son cantidad, composición, densidad y humedad, las que se describieron anteriormente de manera agregada a fin de exponer mejor la forma en que se interrelacionan unas con otras, y de mejorar la comprensión de su comportamiento para un adecuado manejo.

2.3.3. Caracterización de los residuos sólidos

La finalidad de un estudio de caracterización de residuos es identificar las fuentes, características y cantidades de residuos generados. Los estudios de caracterización de residuos son difíciles de llevar a cabo por el gran número de fuentes y el número limitado de muestras de residuos que se pueden analizar (Tchobanoglous et al. 1994)

La caracterización de residuos sólidos tiene por objetivos:

- Planificar y proyectar sistemas de gestión.
- Diseñar y operar sistemas de tratamiento y disposición final.
- Dimensionar equipos.
- Evaluar riesgos a la salud y el ambiente.
- Los factores que influyen en la generación y tipo de residuos sólidos son:

- Estaciones del año.
- Hábitos de la población.
- Actividades predominantes (agricultura, comercio, industria).
- Condiciones socioeconómicas.
- Periodo económico (desarrollo, recesión)

Espacios de tiempo establecido para la degradación de varias materias comunes.

- Cáscara de plátano: 2 a 10 días.
- Pañuelos hechos de algodón: 1 a 5 meses.
- Papel: 2 a 5 meses.
- Cáscara de naranja: 6 meses.
- Cuerda: 3 a 14 meses.
- Calcetines hechos de lana: 1 a 5 años.
- Envases/cartón de leche hechos de Tetra Pack: 5 años.
- Filtros de cigarrillos: 1 a 12 años.
- Bolsas plásticas: 12 a 20 años.
- Zapatos de cuero: 25 a 40 años.
- Fábriico de nylon: 30 a 40 años.
- Vasos de aislante térmico de polietileno “styrofoam”: 1 a 100 años.
- Guindas de anillos plásticos de paquetes de latas de aluminio de sixs pack: 450 años.

2.3.4. Generación de residuos.

La generación de residuos sólidos abarca actividades en las que los materiales son identificados como sin ningún valor adicional, y o bien son tirados o bien son recogidos juntos para la evacuación.

Esta actividad es, de momento, una actividad poco controlable, en el futuro sin embargo, se ejercerá un mayor control sobre la generación utilizando los seis elementos funcionales del sistema de gestión de residuos. (Trejo 1999).

2.3.5. Manejo de residuos sólidos

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

2.3.6. Manejo integral de residuos sólidos

Es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se a todas las etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos. (Roben 2002)

2.3.7. Minimización.

Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.

2.3.8. Reciclaje.

Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.

2.3.9. Recuperación.

Toda actividad que permita reaprovechar parte de sustancias o componentes que constituyen un residuo sólido.

2.3.10. Residuos

Para la sociedad de Fomento Fabril, lo que le otorga a una cosa el carácter de residuo no es su origen, composición, propiedades físicas o químicas, o riesgos que pudiere generar para las personas o el ambiente. En estricto rigor, residuo es aquello que no tiene uso o valor, de modo que su único destino es la eliminación propiamente tal. El concepto de residuos es de naturaleza esencialmente económica y, por lo tanto, eminentemente dinámico en el tiempo y variable entre un país y otro. (Jaramillo 2002).

2.3.11. Residuos sólidos

Según la MINAM (2010), la producción de residuos sólidos es producto de las actividades humanas y económicas que se realizan en distintos espacios. Los residuos sólidos son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer a través de un sistema que incluya procesos tales como: minimización de residuos, segregación en la fuente, transporte, transferencia y disposición final, entre otros. Para efectos de la ley y su reglamento, los residuos sólidos se clasifican en: residuos domiciliarios y no domiciliarios (comerciales, de limpieza y espacios públicos, de establecimientos de atención de salud, industrial, de las actividades de construcción, agropecuarios y de instalaciones o actividades especiales)

2.3.12. Reaprovechar.

Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.

Sobre la base de reglamentación y puesta en vigencia de la norma para el manejo de los desechos sólidos, las municipalidades y la empresa privada podrán aprovechar las oportunidades que se presenten en torno al manejo e industrialización de los desechos. Los municipios bien pueden tener interés en promover el reciclaje de la basura, lo cual les generará ingresos, permitiría proyectar una imagen de responsabilidad social y contribuirá a aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios. Así, se pasa de una concepción de generación de residuos a una concepción de manejo y uso de éstos. En este sentido se espera que el manejo de residuos se haga sobre la base de los incentivos de mercado. (Roben 2002)

2.3.13. Relleno Sanitario.

Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basado en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental³⁰.

³⁰ Ley 27314. Ley general de residuo sólido. Decima disposición complementaria

El relleno sanitario es una alternativa comprobada para la disposición final de los residuos sólidos. Los residuos sólidos se confinan en el menor volumen posible, se controla el tipo y la cantidad de residuos, hay ventilación para los gases, se evitan los olores no deseados y hay drenaje y tratamiento de los lixiviados (CONAM/CEPIS/OMS 2004).

2.3.14. Sistema de Gestión Integral de residuos sólidos

Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos de ámbito nacional, regional y local. (Buenrostro 2001)

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTEIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis.

- La determinación de propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, contribuiría a un eficiente diseño del relleno sanitario y respectiva evaluación de los impactos ambientales, de la ciudad de Chota

3.2. Variables.

3.2.1. Caracterización de las propiedades físicas de los residuos domiciliarios y no domiciliarios generados en la ciudad de chota.

- **La cantidad**, está referida a la producción de residuos sólidos, al nivel del usuario, expresado como tasa de producción diaria de residuos en Kg/persona/día; y al nivel municipal, referido como toneladas métricas de residuos sólidos por día (Tn/día). Esta magnitud permite conocer la demanda del servicio a prestar, así como planificar la infraestructura, la logística y los recursos necesarios para las etapas de recolección, transporte y disposición final
- **La composición**, es el término que se usa para describir los componentes individuales que constituye el flujo de residuo sólido y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso, la información sobre la composición es importante para evaluar las necesidades de los equipos, los sistemas y programas y planes de gestión.
- **La densidad** de los residuos urbanos permite dimensionar los recipientes de pre-recogida colocados por los municipios en la vía pública, así como los volúmenes de los equipos de recogida y transporte, las tolvas de recepción, cintas y lo más importante la capacidad de relleno sanitario, entre otros.

3.2.2. Caracterización de los componentes geotécnicos de los residuos domiciliarios y no domiciliarios generados en la ciudad de chota

- El contenido en porcentaje del peso, a través del cual permite calcular la cantidad de generación de lixiviados producido y/o el tratamiento adecuado para el mismo.

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 8. Operacionalización de las variables de investigación

HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIONES	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN
<p>Hipótesis general:</p> <p>- La determinación de las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, contribuiría a un eficiente diseño del relleno sanitario, y respectiva evaluación de los impactos ambientales de la ciudad de Chota</p>	<p>- Caracterizar los componentes físicos de los residuos sólidos municipales.</p>	<p>- La cantidad está referida a la producción de residuos sólidos, al nivel del usuario, expresado como tasa de producción diaria de residuos en Kg. / Persona Día; y al nivel municipal, referido como toneladas métricas de residuos sólidos por día (TM/Día). Esta magnitud permite conocer la demanda del servicio a prestar, así como planificar la infraestructura, la logística y los recursos necesarios para las etapas de recolección, transporte y disposición final</p>	<p>- Cantidades de residuos sólidos domiciliarios</p>	<p>- Producción de residuos sólidos generados por los Habitantes por día.</p>	<p>- Kg/persona /día</p>
		<p>- La composición, es el término que se usa para describir los componentes individuales que constituye el flujo de residuo sólido y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso, la información sobre la composición es importante para evaluar las necesidades de los equipos, los sistemas y programas y planes de gestión.</p>	<p>- Cantidad de los residuos no domiciliarios</p>	<p>- Producción de los residuos sólidos a nivel de establecimiento comercial o institución pública o privada.</p>	<p>- Kg/establecimiento /día - Kg/institución /día</p>
		<p>- La densidad de los residuos urbanos permite dimensionar los recipientes de pre-recogida colocados por los municipios en la vía pública, así como los volúmenes de los equipos de recogida y transporte, las tolvas de recepción, cintas, capacidad de vertederos, entre otros.</p>	<p>- Composición de los residuos sólidos domiciliarios</p>	<p>- Componente individual que constituyen los residuos sólidos domiciliarios</p>	<p>- (%) de componente individual de los residuos sólidos domiciliarios</p>
			<p>- Composición de los residuos no domiciliarios</p>	<p>- Componente individual que constituyen los residuos sólidos no domiciliarios</p>	<p>- (%) de componente individual de los residuos sólidos no domiciliarios</p>
			<p>- Densidad de los residuos sólidos domiciliarios</p>	<p>- Cantidad de masa por volumen ocupado de residuo sólidos domiciliarios</p>	<p>- (kg/m³) de residuos sólidos domiciliarios</p>
			<p>- Densidad de los residuos no domiciliarios.</p>	<p>- Cantidad de masa por volumen ocupado de residuo sólidos no domiciliarios</p>	<p>- (kg/m³) de los residuos sólidos no domiciliarios</p>
	<p>- Caracterizar el componente geotécnico de los residuos sólidos municipales.</p>	<p>- El contenido de humedad de los residuos sólidos normalmente se expresa como un porcentaje del peso de material húmedo, a través del cual permite calcular la cantidad de lixiviado generado y/o el tratamiento adecuado para el mismo</p>	<p>- Humedad de los residuos sólidos municipales.</p>	<p>- Porcentaje de peso del material húmedo</p>	<p>- (%) de peso del material húmedo</p>

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica.

La ubicación del Proyecto de Investigación es:

Región : Cajamarca

Provincia : Chota

Distrito : Chota

Localidad: Chota.

La ciudad de Chota se encuentra ubicada en la parte central de la provincia, en la región andina norte del Perú. Su capital se encuentra en la meseta de Acunta a 2 388 msnm y a 150 Km al norte de Cajamarca y a 219 Km al este de Chiclayo, Lambayeque.

Longitud. Teniendo en cuenta el meridiano base GREENWICH de $0^{\circ}0'0''$ hacia el hemisferio occidental está ubicado el Perú con su grado referencial, el que pasa por Lima es el de 75° de longitud occidental; más al oeste se ubica nuestro departamento de Cajamarca por cuya capital pasa el meridiano $78^{\circ}30'$ más al occidente se ubica la capital de la provincia de Chota y distrito de Chota; por cuya plaza pasa el meridiano imaginario $78^{\circ}39'29''$ de longitud occidental.

Latitud. De acuerdo al círculo máximo imaginario ecuatorial que marca $0^{\circ}0'0''$ y divide la tierra en hemisferio norte y hemisferio sur. Nuestro país se localiza en el hemisferio sur, en cuanto nos referimos a Cajamarca se encuentra más próximo a esta línea ecuatorial con una latitud de $7^{\circ}12'05''$ y nuestra ciudad de Chota se ubica más al norte de la capital departamental, por este lugar pasa el paralelo $6^{\circ}33'48''$.

Altitud. El distrito de Chota, específicamente la ciudad capital, se encuentra a 2,388 metros sobre el nivel del mar.

Extensión. El territorio del distrito de Chota es de $261,75 \text{ km}^2$; esto representa el 6,9% del total provincial ($3\,795,10 \text{ km}^2$).

Límites:

NORTE : Con los distritos de Chiguirip y Conchán.

OESTE : Con el distrito de Lajas.

SUR : Bambamarca, distrito y capital de Hualgayoc.

ESTE : Con el distrito de Chalamarca.

El territorio de la provincia de Chota es de 3795,2 Km²



Figura 1. Ubicación del estudio

Demografía: Según los Censos Nacionales: XI de población y VI de vivienda del INEI del 2007, la población urbana Chota alberga una población urbana de 4 habitantes por vivienda.

Tabla 9. Tasa de crecimiento poblacional

Población	1993	2007
Población Urbana	12 608	16 531

Fuente: INEI 1993 y 2007

La tasa de crecimiento poblacional es 1.94 %, en base a ésta información, se tiene que la población proyectada para la ciudad de Chota a partir del año 2008 al 2024 es de 22 904 habitantes.

Vivienda: Según el VI Censo de Vivienda del INEI, 2007, el distrito de Chota cuenta con un total de 4397 viviendas en la zona urbana. El 77% de las viviendas utiliza material noble (ladrillo o bloque de cemento), mientras que el 22% de las viviendas cuenta con paredes de adobe o tapial y ninguna es de piedra o sillar con cal o cemento. Del material utilizado en los pisos de las viviendas, 68% utiliza cemento, 14% utiliza tierra, mientras que, el 9% de viviendas cuentan con losetas, terrazos, cerámicos.

Educación: La Provincia cuenta con un total de 198 centros educativos en las diferentes modalidades como son: Inicial – Cuna – Jardín, Inicial no escolarizado, Inicial – Jardín, Educación Especial, Primaria, Secundaria, CETPRO, Educación Superior Tecnológica y Educación Básica Alternativa.

Economía: La actividad primaria en la provincia de Chota está caracterizada por la producción agrícola, ganadera y la silvicultura. La PEA en el sector primario está integrada por más de 27,976 habitantes que representan el 62,75 % de la PEA total de la provincia. El mayor porcentaje de la PEA ocupada en el sector primario se concentra en el distrito de Miracosta con 86,84 %, Anguía 84,83 %, y en menor porcentaje se encuentran el distrito de Chota con 43,76 %.

El sector secundario comprende actividades como manufactura, construcción y transformación. En la provincia estas actividades representan el 11.0 % de la PEA provincial. Los distritos de Chota (16,37 %) y Tacabamba (17,07 %) cuentan con mayor porcentaje de población económicamente activa dentro de este sector.

El sector terciario de la provincia está conformado por el comercio y servicios, esta actividad considerada la más baja con 9,36 % de la PEA, comprende ramas de actividad como: servicios de enseñanza, administración pública, servicios sociales y de salud, los hoteles y restaurantes, servicios de reparación de vehículos automotores, comercio de productos de primera necesidad, comercio de productos agro veterinarios y servicios de asesoramiento en actividades agropecuarias.

Este grupo de actividades está referida a pobladores que estando considerados como población económicamente activa no especifican y/o buscan trabajo por primera vez

y comprende el 16,89 % del total de la PEA que viene a ser un porcentaje considerable de población.

4.2. Diseño de la investigación

El diseño utilizado en la investigación es analítico y descriptivo, que nos permite describir la realidad tal y conforme se presenta en la naturaleza. En este tipo de diseño no se manipula ninguna variable, solo se observa el fenómeno tal y conforme se presenta, es utilizado para problemas de identificación o descubrimiento de las características de una realidad.

Diseño descriptivo simple

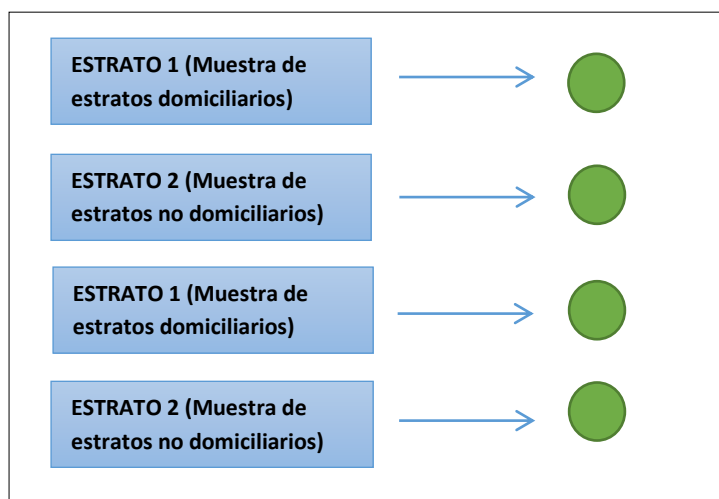


Figura 2. Diseño de la investigación

Donde:

M = Representa la muestra

O = representa lo que observamos.

4.3. Métodos de Investigación

El método utilizado en la presente investigación se ha basado en el Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización para residuos sólidos municipales desarrollada por el Ministerio del Ambiente (MINAM), así mismo la contratación de la hipótesis se ha realizado en base a la experiencia del investigador.

4.3.1. Proceso de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios

Para la realización del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM), se realizó tomando como unidad muestra a la fuente de generación domiciliaria y no domiciliaria; debido a que generalmente la cantidad y la composición de los residuos sólidos generados y/o recolectados proceden de estas. Por tanto, se necesitó seleccionar el lugar más apropiado para la toma de muestras teniendo en cuenta el motivo del análisis.

En primer lugar, para realizar la zonificación en la ciudad se consideró las características de las viviendas y las actividades comerciales desarrolladas en la zona, además de considerar acceso a servicios y calidad de vida de la población, a través de esto se pudo determinar la zonificación diferenciando dos estratos.

Una vez determinada la muestra y los estratos, se procedió a visitar a un número determinado de viviendas por estrato, con una carta de invitación debidamente firmada por el representante de la Municipalidad Provincial de Chota, en la que se especifica el motivo de la investigación y la duración. Se explicó a un miembro de la familia el motivo y método de muestreo a utilizar, también se encuestó para recabar información del número de habitantes en cada vivienda, hábitos de consumo, entre otros datos de percepción del servicio de limpieza.

El programa de muestreo cubrió ocho días sucesivos para el caso de los residuos domiciliarios (22 al 29 de agosto del 2015) y no domiciliarios (del 1 al 8 de septiembre); para cada uno de los muestreos se descartó la muestra tomada el primer día de la recolección, denominado día 0, debido a que la duración del almacenamiento para esa muestra era desconocida. La basura recolectada para ambos casos del día 1 al día 7, es decir del segundo al octavo día representa la generación semanal de residuos. El personal entregó diariamente una bolsa plástica a cada predio tanto domiciliario como no domiciliario, a cambio de bolsas llenas con residuos sólidos, marcándolas para su identificación. Luego, se llevó las bolsas con ayuda de 2 motos furgonetas (muestras domiciliarias) y un camión furgón (muestras no domiciliarias),

Unidades designadas para esta tarea, las muestras se recopilaban en un área acondicionada ubicada en el local de maestranza, allí se realizó el pesado y la segregación correspondiente. Finalmente, se determinó el peso, la densidad y la composición física de los residuos sólidos muestreados.

4.3.1.1. Determinación de número de muestras para domicilios

Para determinar la cantidad de muestras se ha considerado el número de Viviendas presentes en la Localidad (Fuentes de generación de residuos sólidos domiciliarios).

a. Zonificación del distrito

Chota es una ciudad en desarrollo, caracterizada por la gran actividad comercial que sus pobladores en ella realizan, por esta razón es muy notorio el desarrollo económico sobre todo en la parte céntrica, por lo que se consideró a esta zona como el estrato A por las características anteriormente mencionadas y a las Zonas aledañas y/o periféricas de menor desarrollo como estrato B; así se detalla en la siguiente figura:

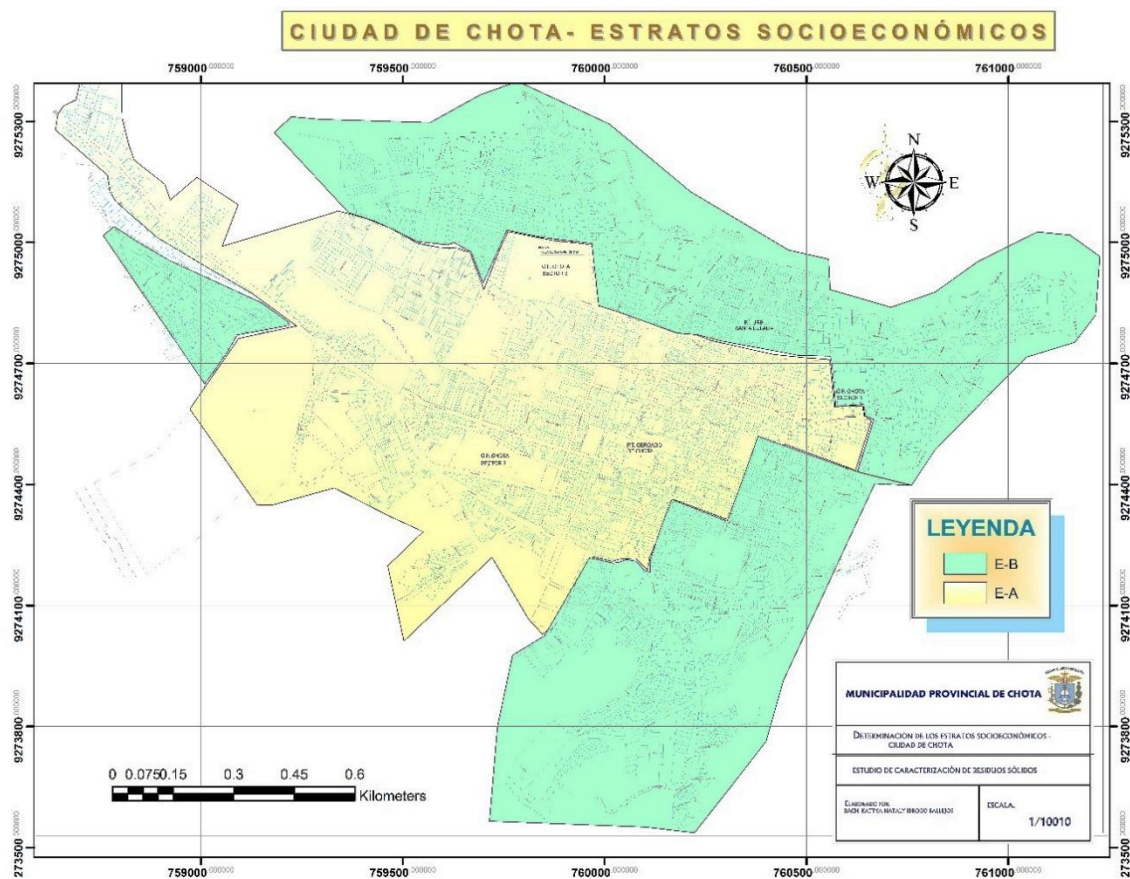


Figura 3. Plano, zonificación de estratos socioeconómicos.

b. Determinación y proyección de la población actual

Primero se determinó la tasa de crecimiento Poblacional, este dato será utilizado para el cálculo de la Población actual. Los datos Poblacionales fueron obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, tanto de la Página Web como vía telefónica.

Para la determinación del Tasa de Crecimiento (TC)³¹, se utilizó el método aritmético, Geométrico y Parabólico, en base a la tasa de crecimiento departamental, provincia y distrital; Utilizando los censos Poblacionales de los años 1972, 1981, 1993 y 2007.

Se pudo calcular que la TC es del 1.94 %, este dato se utilizó para determinar la población proyectada al 2015. Previo a la determinación del tamaño muestral, se

³¹ Metodología utilizada en la formulación de proyectos de Residuos sólidos a nivel SNIP, en concordancia con la Guía general de identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil. 2003

realizó la proyección de la población beneficiada al año actual, es decir la población urbana del distrito de Chota, se toma como referencia el censo de población y vivienda del año 2007 (INEI 2007) donde el distrito cuenta con 16531 habitantes en el área urbana, el cálculo se realizó como se muestra en la siguiente Figura:

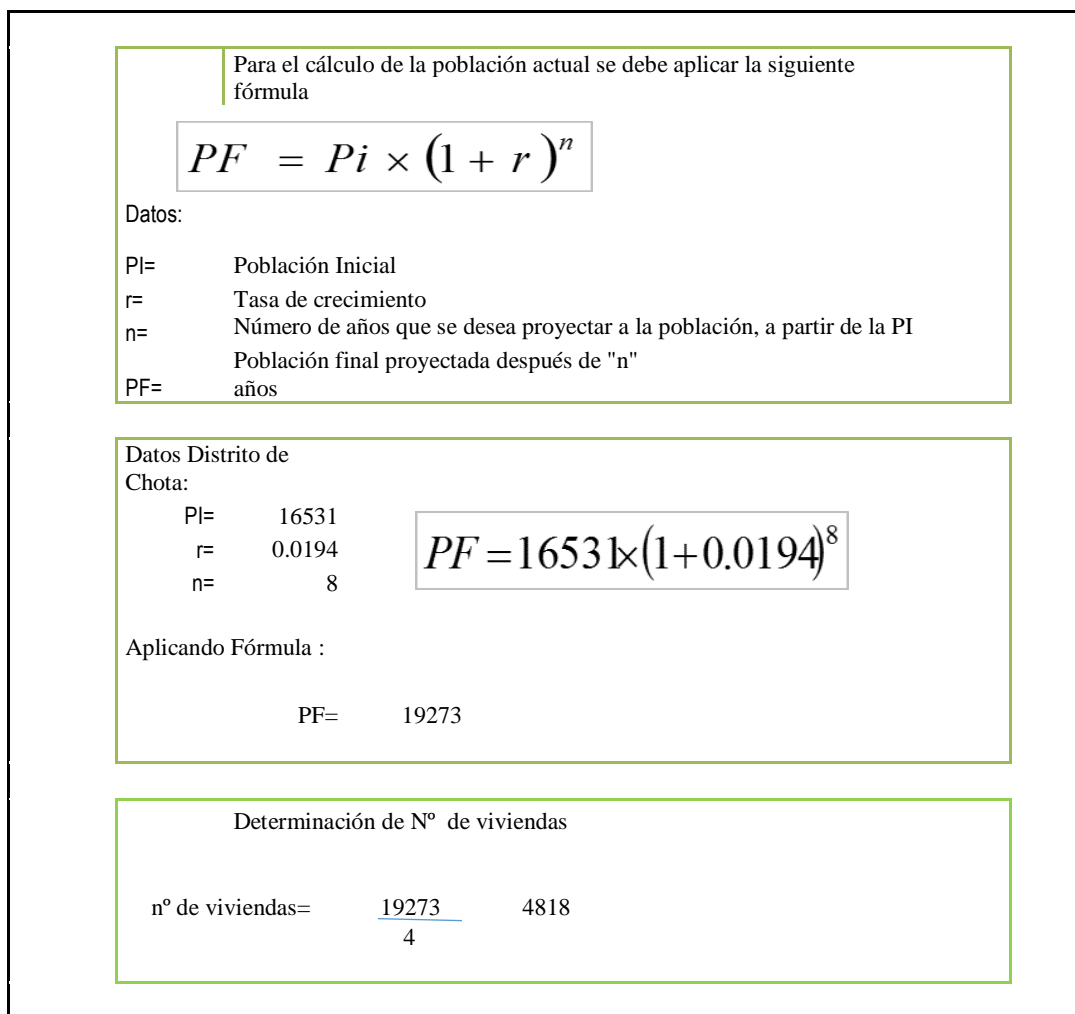


Figura 4. Determinación de la población actual

La población proyectada para el 2015 es de 19273 hab. El cálculo del número de viviendas se realizó dividiendo a la población actual entre 4 habitantes³², obteniendo un total de 4 818 viviendas presentes en la ciudad de Chota, dato aproximado al obtenido con el conteo en campo. Seguidamente se realizaron proyecciones hasta el 2024.

³² Se ha utilizado el valor de 4 habitantes por vivienda según, la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización para residuos sólidos municipales del MINAM 2014.

Población según último Censo					
		Nacional =		16531	
Tasa de Crecimiento anual Interesal					
		=		0.02	
$PF = Pi \times (1 + r)^n$					
Año	Pi		r	n	PF
2008	16531	1	0.02	1	16851
2009	16531	1	0.02	2	17177
2010	16531	1	0.02	3	17510
2011	16531	1	0.02	4	17849
2012	16531	1	0.02	5	18195
2013	16531	1	0.02	6	18547
2014	16531	1	0.02	7	18906
2015	16531	1	0.02	8	19273
2016	16531	1	0.02	9	19646
2017	16531	1	0.02	10	20026
2018	16531	1	0.02	11	20414
2019	16531	1	0.02	12	20809
2020	16531	1	0.02	13	21212
2021	16531	1	0.02	14	21623
2022	16531	1	0.02	15	22042
2023	16531	1	0.02	16	22469
2024	16531	1	0.02	17	22904

Figura 5. Proyección de la población urbana del distrito de Chota

c. Determinación del tamaño y distribución de la muestra

Para el cálculo del número de la muestra domiciliaria se utilizó el número de viviendas calculadas anteriormente y se reemplazó en la siguiente fórmula:

Se aplica la siguiente fórmula para determinar el número de muestra

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

Datos:

- n= muestra de las viviendas
- N= total de viviendas
- Z= nivel de confianza 95%=1.96
- σ = desviación estándar
- E= error permisible

Datos del Distrito de Chota:

- n= muestra de las viviendas
- N= 4818 viviendas
- Z= 1.96
- σ = 0.25 kg/hab./día
- E= 0.061 kg/hab./día

$$n = \frac{(1.96)^2 (4818) (0.25)^2}{(4818-1)(0.061)^2 + (1.96)^2 (0.25)^2}$$

$$n = \frac{3.84 \times 4818.15 \times 0.0625}{4817.15 \times 0.003721 + 3.8416 \times 0.0625} = \frac{1156.84}{18.16473} = 64$$

$$n+5\% = 73.24 \quad \diamond \quad 73$$

Se obtiene 64 viviendas.

Se considera adicionar una muestra de contingencia de 9 viviendas siendo la muestra

total equivalente a 73 viviendas

Nota: Se consideró al 15% como muestra de contingencia

Figura 6. Determinación de las muestras domiciliarias

La distribución de las muestras, se realizó a criterio del investigador, manteniendo el criterio de distribuir las muestras en forma uniforme, ubicando un total de 36 muestras para el estrato A y 37 muestras para el estrato B en base al número total de viviendas presentes por estrato, como se establecen en la Tabla siguiente:

Tabla 10. Distribución de las muestras domiciliarias

Distribución de las muestras de predios domiciliarios			
Estrato Socioeconómico	Viviendas	%	Muestra
Estrato A	2347	48,71	36
Estrato B	2471	51,29	37
TOTAL	4818	100,00	73

La distribución final de las muestras, se detalla en la figura N° 7, para lo cual se planteó dos rutas de recolección las cuales se pueden observar en las figuras N° 8 y figura N° 9.

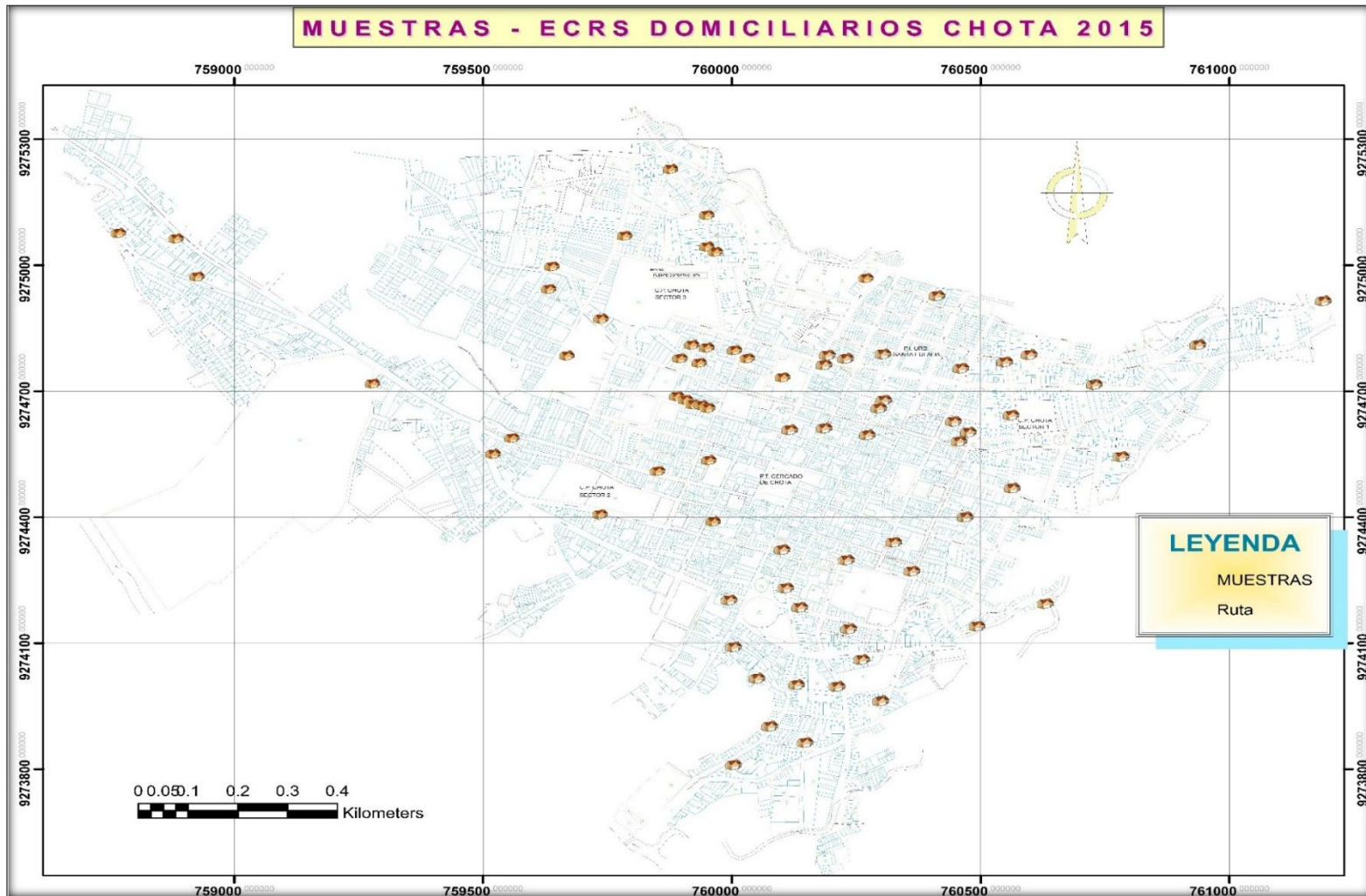


Figura 7. Distribución de las muestra

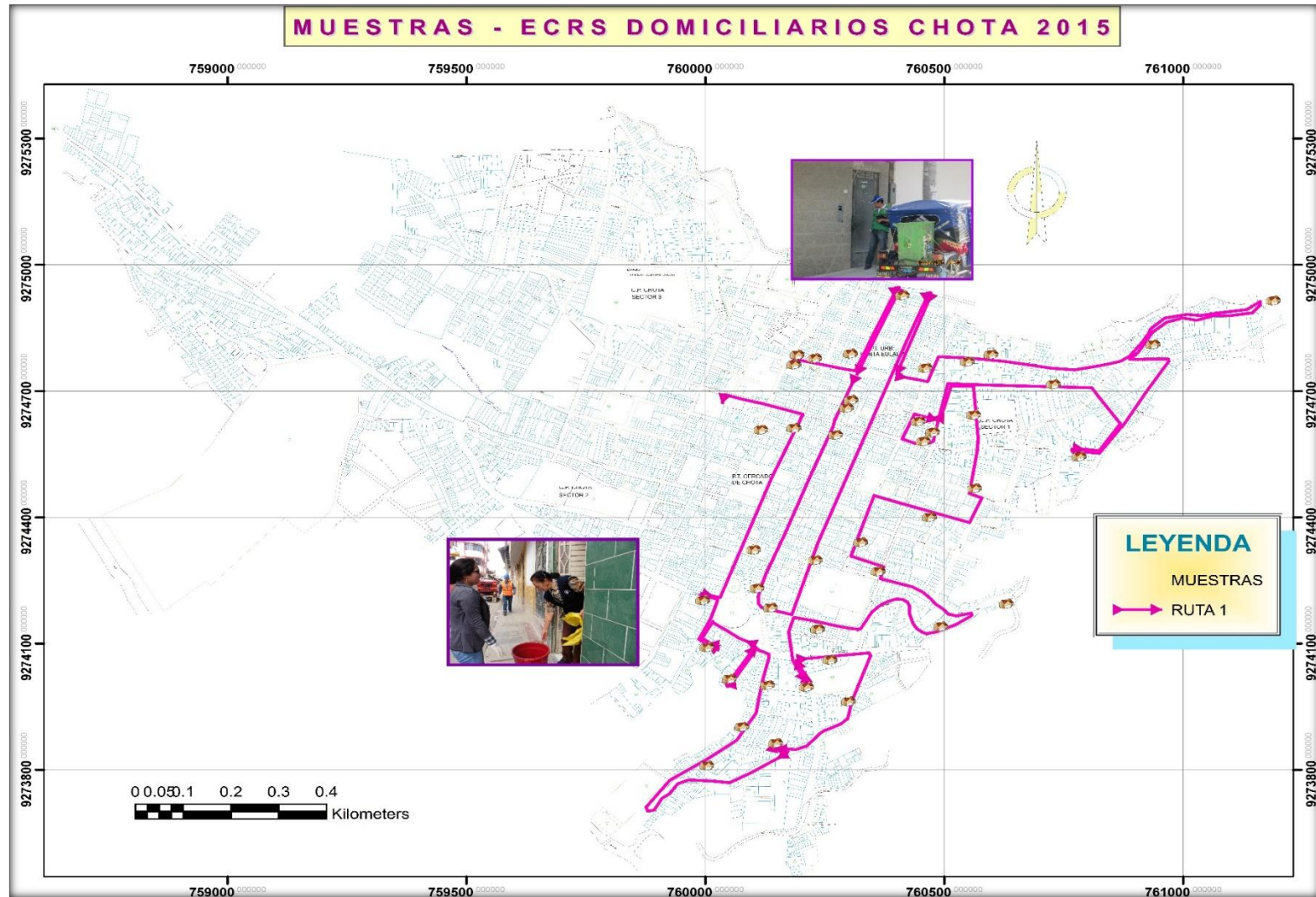


Figura 8. Ruta de recolección de muestras estrato A – ruta 1

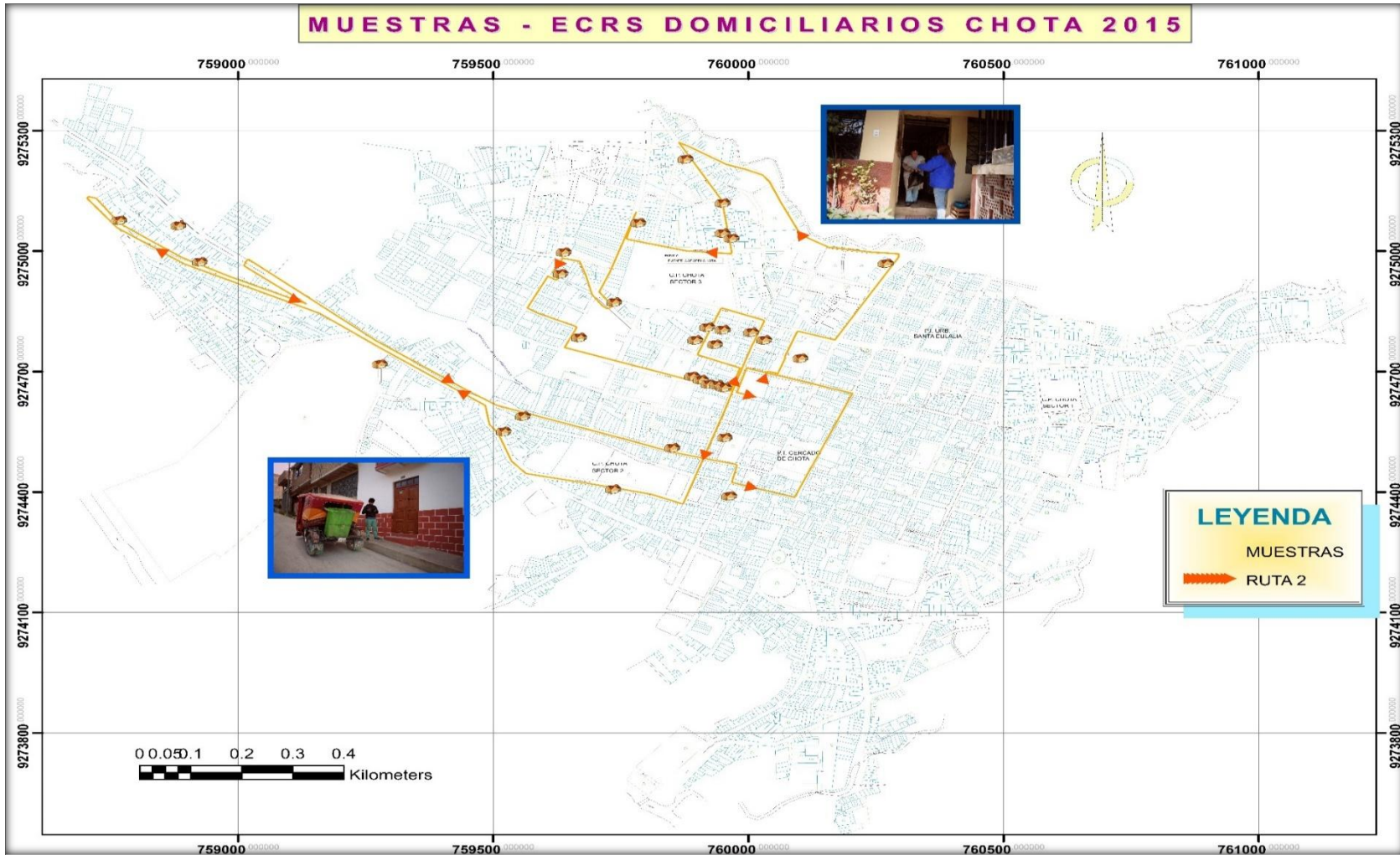


Figura 9. Ruta de recolección - muestras estrato B – ruta 2

Para poder ubicar con facilidad en campo a las viviendas y establecimientos que participaron en la investigación, se elaboró un sticker adhesivo, de un tamaño regular, con el fin de que sea visible para los operarios encargados de la recolección de las muestras.

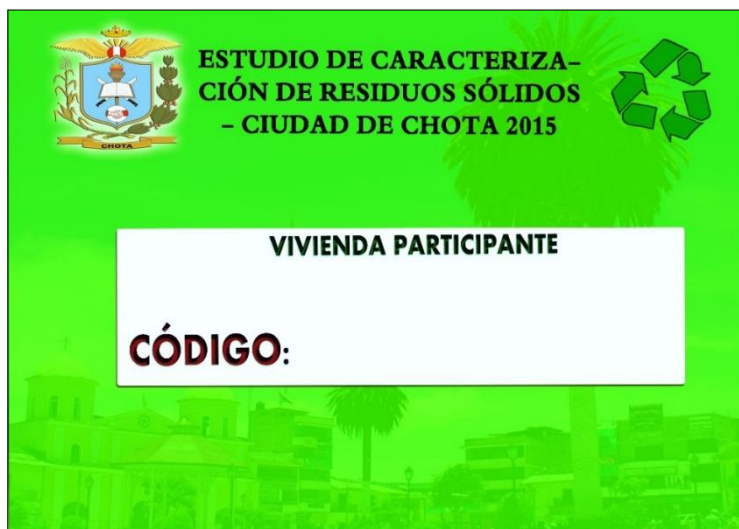


Figura 10. Stiker de identificación – predios domiciliarios

d. Determinación del número de muestras para establecimientos comerciales

Para determinar de la cantidad de predios no domiciliario, se realizó a través del conteo ínsito puesto por puesto comercial logrando obtener la cantidad total de establecimiento comerciales de 895,0 con lo cual se procedió a calcular las respectivas muestras.

Se aplica la siguiente fórmula para determinar el número de muestra

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

Datos:

n= muestra de las viviendas
 N= total de viviendas
 Z= nivel de confianza 95%=1.96
 σ = desviación estándar
 E= error permisible

Datos del Distrito de Chota:

muestra de los predios no
 n= domiciliarios
 N= 895 viviendas
 Z= 1.96
 σ = 0.25 kg/hab./día
 E= 0.061 kg/hab./día

$$n = \frac{(1.96)^2 (895) (0.25)^2}{(895-1)(0.061)^2 + (1.96)^2 (0.25)^2}$$

$$n = \frac{3.84 \times 895.00 \times 0.0625}{894.00 \times 0.003721 + 3.8416 \times 0.0625} = \frac{214.89}{3.566674} = 60$$

$$n + 10\% = 66.27 \quad \diamond \quad 66$$

Se obtiene 60 viviendas.

Se considera adicionar una muestra de contingencia de 9 viviendas siendo la muestra

total equivalente a 66 viviendas

Nota: Se consideró al 10% como muestra de contingencia

Figura 11. Determinación de la muestra predios no domiciliarios

La distribución de las muestras por estrato a nivel no domiciliario, se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 11: Distribución de las muestras por estrato

Estrato Socio económico	Establecimientos	%	MUESTRA
Estrato A	777	86,82	60
Estrato B	118	13,18	7
TOTAL	895	100.00	67

Tabla 12: Distribución de la muestra por actividades comerciales - estrato A

Tipo de predio no domiciliario	Giro	Cantidad	%	Muestra
Comerciales	Venta de artículos diversos	35	4,50%	3
	Bodega	217	27,93%	17
	Ferretería	34	4,38%	3
	Panadería	14	1,80%	1
	Venta de ropa	105	13,51%	8
	Librería/ bazar/ fotocopia	84	10,81%	7
	Mercados	1	0,13%	0
Institucional	Agentes Bancarios	1	0,13%	0
	Oficinas Administrativas (Públicas y privadas)	37	4,76%	3
	Instituciones Educativas	15	1,93%	1
	Bancos	9	1,16%	1
	Ópticas	1	0,13%	0
Servicios	Salón de Belleza	16	2,06%	1
	Cabinas de Internet/ Locutorios	13	1,67%	1
	Lavandería	1	0,13%	0
	Billar	3	0,39%	0
	Hoteles – Hospedajes	18	2,32%	1
Especiales	Venta de alimentos	108	13,90%	8
	Clínicas/Laboratorios dentales/ similares	9	1,16%	1
	Consultorio médico	14	1,80%	1
	Boticas- Farmacias y similares	36	4,63%	3
Áreas públicas	Parques	6	0,77%	0
TOTAL		777	100%	67

Tabla 13: Distribución de la muestra por giro de actividades comerciales estrato B

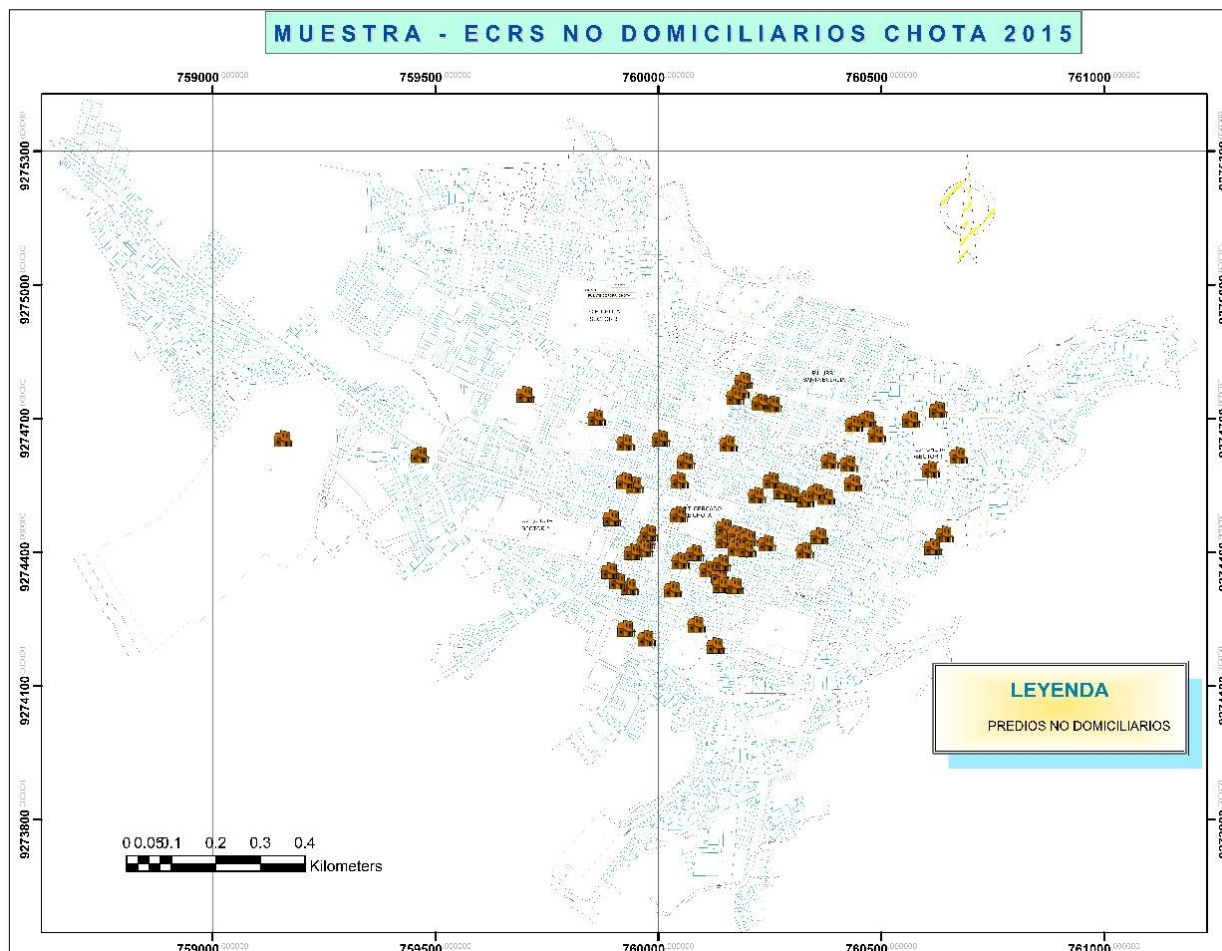
Tipo de predio no domiciliario	Giro	Cantidad	%	Muestra
Comerciales	Venta de artículos diversos		0%	0
	Bodega	67	57%	5
	Ferretería	26	22%	2
	Panadería	2	2%	0
	Venta de ropa	5	4%	0
	Librería/ bazar/ fotocopia	2	2%	0
	Mercados	1	1%	0
Institucional	Agentes Bancarios		0%	0
	Oficinas Administrativas (Públicas y privadas)	1	1%	0
	Instituciones Educativas	2	2%	0
	Bancos		0%	0
	Ópticas		0%	0
	Salón de Belleza		0%	0
	Cabinas de Internet/ Locutorios	4	3%	0
Servicios	Lavandería		0%	0
	Billar	1	1%	0
	Hoteles - Hospedajes	2	2%	0
	Venta de alimentos	1	1%	0
Especiales	Clínicas/Laboratorios dentales/ similares	2	2%	0
	Consultorio médico		0%	0
	Boticas- Farmacias y similares		0%	0
Áreas Públicas	Parques	2	2%	0
TOTAL		118	100%	7

Para poder ubicar con facilidad en campo a los predios no domiciliarios que participaron en la investigación, del mismo modo, se elaboró un sticker adhesivo, de un tamaño regular, con el fin de que sea visible para los operarios encargados de la recolección de las muestras.

**Figura 12.** Sticker de identificación - predios no domiciliarios

La distribución final de las muestras, se detalla en la figura 8 y del mismo modo, se elaboraron 02 rutas de recolección que permitieron realizar esta labor de manera más rápida y eficiente. Las cuales se muestran a continuación.

Figura 13. Ubicación muestras - predios no domiciliarios



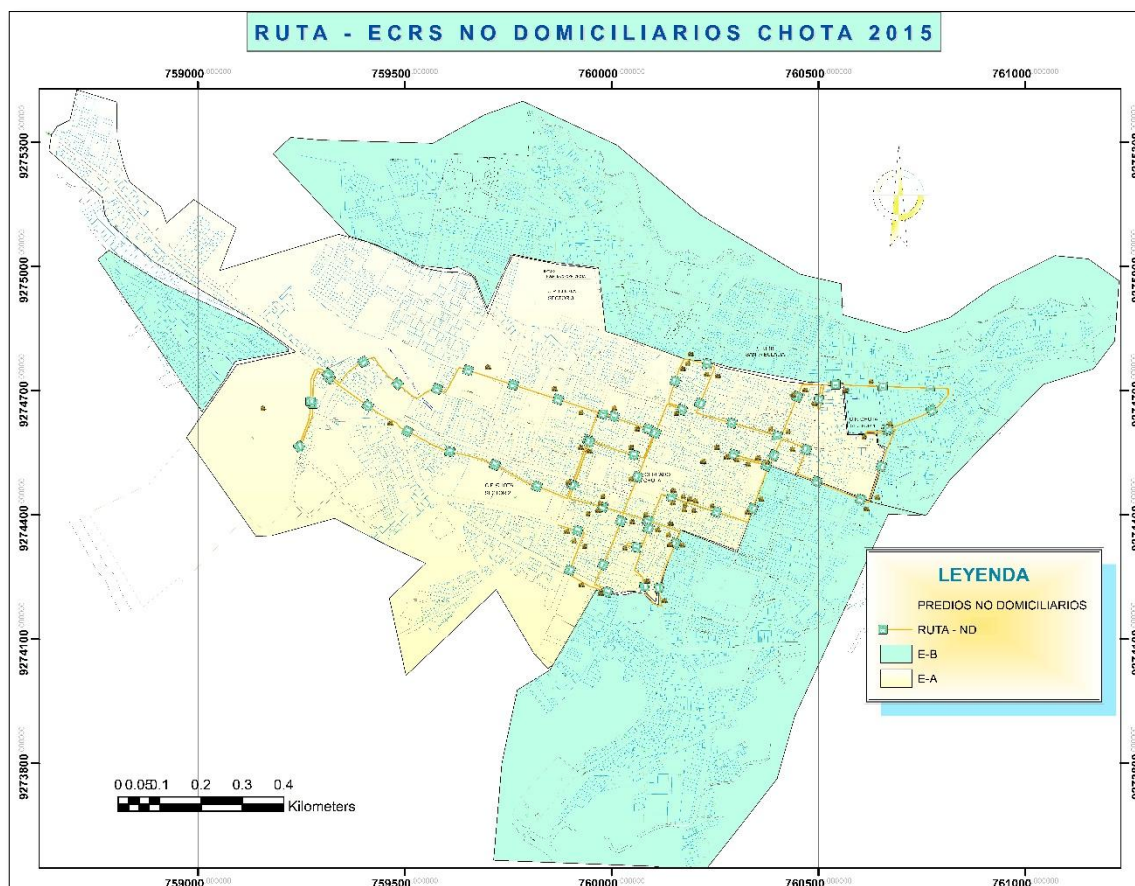


Figura 14. Ruta de recolección - predios no domiciliarios

e. Procedimientos para la realización del estudio.

Se conformó inicialmente el Equipo Técnico respaldados administrativamente, con **Resolución de Alcaldía N° 459-2015-MPCH/A**, encargado de brindar el apoyo logístico, administrativo y económico; así mismo fiscalizar y evaluar el desarrollo correcto de la investigación.

Seguidamente se realizó una convocatoria, a fin de contar con el apoyo de estudiantes de Ingeniería Ambiental y Forestal de la Universidad Autónoma de Chota y poder transmitir los conocimientos y aprendizaje adquiridos respectivo complementando la formación técnica y científica de dichos alumnos involucrados en la investigación.

Finalmente, una vez culminada toda la parte organizativa se procede a realizar las actividades de calendarización establecidas en la investigación y que forma parte de tema contractual entre el investigador y la municipalidad.

f. Coordinaciones generales

El día 18 de agosto se realizó la primera reunión con representantes del Equipo Técnico de la Gerencia de Servicios Públicos de la Municipalidad Provincial de Chota a fin de poder explicar toda la parte metodológica de la investigación.



Figura 15. Reunión de coordinación - gerencia de servicios públicos



Figura 16. Determinación de los estratos para las muestras de predios.

g. Conformación y capacitación del equipo de trabajo

El equipo estuvo conformado por 4 coordinadores de grupo, 12 encuestadores que visitaron, informaron y empadronaron a las familias participantes, 3 Choferes y 5 operarios de limpieza pública.



Figura 17. Reunión con equipo técnico de trabajo

3.2.1.1. Capacitación de empadronadores-encuestadores

Esta actividad comprende el adiestramiento del grupo encargado de visitar a los domicilios y centros comerciales de la ciudad, para poder informar, explicar y recolectar la información correspondiente que involucra la investigación. Para lo cual se procedió a realizar durante dos días la capacitación respectiva, donde intervinieron los representantes del equipo técnico de la municipalidad, estudiantes seleccionados de Ingeniería Ambiental y Forestal de la Universidad Autónoma de Chota y personal de limpieza pública.



Figura 18. Capacitación a encuestadores y equipo técnico



Figura 19. Capacitación a personal encuestador.

3.2.1.2. Capacitación del personal encargado de la segregación

Para poder cumplir con los objetivos propuestos en la investigación, fue necesario e imprescindible contar con el personal de apoyo (limpieza pública) para las diversas tareas que implican la recolección, almacenamiento y segregación de los residuos sólidos a nivel domiciliarios y no domiciliarios. A éstos trabajadores, se les explicó en detalle la importancia de las labores a realizar, la metodología de trabajo, el tiempo de ejecución, se le asignó funciones y tareas respectivas, lo que permitió realizar las labores de trabajo con mayor eficacia. Así mismo es bueno recalcar la importancia y la buena voluntad de equipo técnico de la municipalidad en brindar los equipos de protección personal (EPP).



Figura 20. Personal encargado de la segregación

h. Determinación de equipos y materiales a utilizar en el estudio

Logística a utilizar en oficina/gabinete

- Lapiceros.
- Hojas bond.
- Plumones de tinta indeleble.
- Fotocopias de plano de ubicación de las viviendas.

- Fotocopias de solicitudes dirigidas a los generadores domiciliarios y no domiciliarios que participarán en el estudio de caracterización.
- Fotocopias de los formatos de registro de datos de caracterización de residuos sólidos.
- Cinta de masking tape (codificación de bolsas de viviendas)
- Equipo computador con impresora.

Logística a utilizar en Campo

- Personal:
- 12 Encuestadores
- 7 Personas para recolección y segregación
- 3 choferes de vehículo de recolección

Materiales de Campo

- Fotocheck para identificación del personal que participa del estudio
- Stickers (para identificación de las viviendas)
- Tableros para apuntes

Movilidad:

- 2 Motos Furgón.
- Un Camión Furgón

Herramientas e insumos:

- Balanza digital
- Cilindros de metal de 200 litros de capacidad
- Escobas
- Recogedor
- Mantas plásticas de polietileno (utilizadas para segregación de residuos) 4x5m
- Bolsas de polietileno (etiquetadas, de 120 litros (65cm x 93.5)).
- 1 cilindros de metal de 220 lt y 1 wincha de 5 m
- Mallas para tamiz.
- Cámara fotográfica digital
- Laptop

- Uniforme de operario: gorro, buzo, bota, guante y mascarilla.
- Jabón.

i. Sensibilización, empadronamiento y encuesta a predios seleccionadas

La sensibilización y empadronamiento se realizó, días previos a la investigación, se visitó cada predio seleccionado, los empadronadores debidamente identificados, explicaron de manera clara y entendible el protocolo y fines del estudio. Durante esta etapa se entregó la carta de presentación debidamente firmada por el Alcalde a cada poblador y se constató la aceptación de la población para participar en la investigación.



Figura 21. Empadronamiento vivienda



Figura 22. Empadronamiento predio no domiciliario

j. Ejecución de investigación

El desarrollo del estudio para predios domiciliarios, se realizó del 22 al 29 de agosto del 2015.

Las unidades móviles destinadas para la recolección de las muestras domiciliarias fueron 2 moto taxis acondicionadas, con uso exclusivo para el estudio en un horario comprendido entre las 2:00 pm a 6:30 pm.

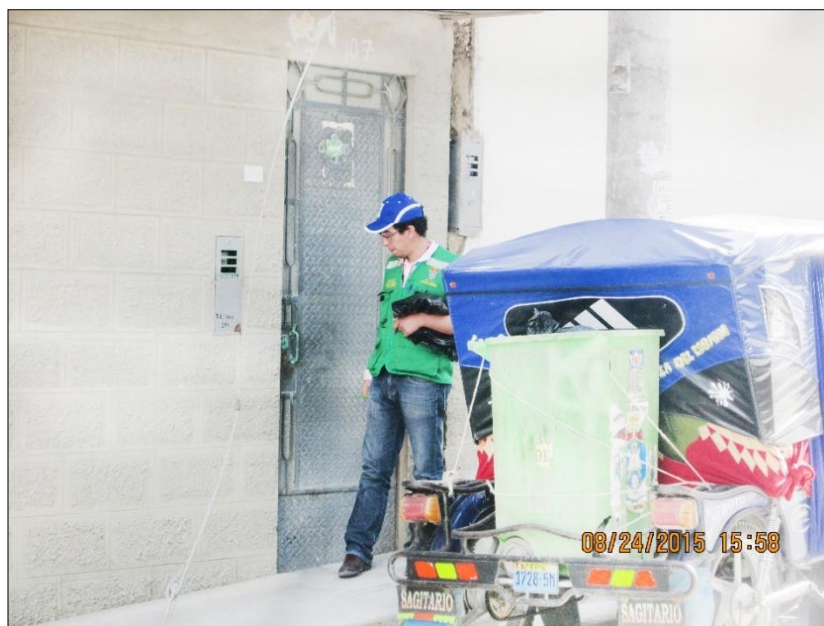


Figura 23. Recolección de muestras ruta 1



Figura 24. Recolección de muestras ruta 2

La Unidad designada para la recolección de las muestras no domiciliarias fue un Camión Furgón, la recolección de las muestras se realizó del 1 al 8 de septiembre en un horario comprendido entre las 2:00 pm a las 6:00 pm.



Figura 25. Unidad de recolección para muestras de predios no domiciliarios

A cada vivienda se le colocó un sticker resaltante, con código de identificación. Diariamente se llamó a la puerta y se le solicitó al vecino entregue la bolsa con los residuos domiciliarios, se procedió a la correcta codificación de la bolsa y la

entrega de una nueva con el código correspondiente. Un integrante del equipo técnico, acompañaba al personal de recolección.



Figura 26. Stiker ubicado en la puerta de vivienda- Estrato B

De mismo modo, a cada predio no domiciliario se le colocó un sticker resaltante, con código de identificación y se realizó el mismo procedimiento utiliza para las viviendas; para el caso de colegios, hotel, centros educativos y vías públicas, se utilizó otro tipo de bolsa debido a la alta generación de residuos.



Figura 27. Ubicación del sticker de identificación - predio no domiciliario



Figura 28. Recolección de muestra de colegio

k. Determinación de la generación per-cápita

Para la determinación de la generación Per cápita de los residuos sólidos se realizó lo siguiente:

- Se entregaron bolsas un día anterior a la recolección de las mismas, al día siguiente se procedió a recolectar y entregando a cambio una bolsa nueva. Las bolsas fueron trasladadas al centro de acopio en donde se determinó el peso de cada bolsa, para luego dividirlo entre el número de habitantes y así obtener la generación per cápita por habitante.

$$\text{Generación per cápita de residuos (GPC)} = \frac{\text{suma kg recolectados}}{\text{N}^{\circ} \text{ de habitantes} * 7}$$

l. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

La composición de los residuos, se realizó recolectando cada una de las bolsas provenientes de las muestras de cada estrato y predio correspondiente, que luego se trasladaron al centro de acopio para luego ser divididos en sub grupos o unidades a

través de la segregación respectiva, cada una de estas unidades con sus características, por ejemplo, cartones, cueros, papel, residuo orgánico, etc., obteniendo volúmenes considerables para su respectivo peso.



Figura 29. Segregación de bolsas

Para el caso del material inerte, se tamizo con una malla tipo 200, de un metro cuadrado aproximadamente para calcular el peso respectivo de dicho componente, tal como se muestra en la siguiente figura:



Figura 30. Determinación de material inerte

m. Determinación de la densidad

La densidad de los residuos sólidos se determinó utilizando un cilindro de 55 galones, cuyas dimensiones de altura y diámetro fueron tomadas y calculadas para luego aplicar la fórmula de densidad y encontrar su valor respectivo.



Figura 31. Llenado del cilindro para la determinación de la densidad



Figura 32. Determinación de densidad según criterio técnico adoptado

n. **Determinación de la Humedad**

Diariamente se realizó el proceso de cuarteo del residuo orgánico, con el fin de obtener la muestra que nos serviría para determinar el % de humedad presente en los residuos sólidos. El cuarteo se realizó hasta que el peso de las sub-muestras este conformado por 100 a 150 gramos.

El laboratorio encargado de analizar las muestras fue A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

4.3.1.2. **Recolección de las muestras en establecimientos comerciales, mercados, instituciones, entre otros**

El procedimiento realizado para las muestras de este rubro se realizó siguiendo las pautas y procedimientos mencionados anteriormente, a diferencia que para cada rubro o giro de negocio se aplicó su respectiva fórmula tal como se describe a continuación.

a. **Generación de residuos sólidos de establecimientos que expenden artículos diversos**

La generación de residuos sólidos, en establecimientos que expende artículos diversos se realizó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de establecimientos como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPE = \frac{\text{Kg peso recolectados}}{\text{Número de establecimientos comerciales muestreados}}$$

b. **Generación de residuos sólidos de bodegas**

La generación de residuos sólidos, en Bodegas se determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de Bodegas como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPB = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Bodegas muestreadas}}$$

c. **Determinación de la generación de residuos sólidos de ferreterías**

La generación de residuos sólidos, en ferreterías se determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de ferreterías como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPF = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de ferreterías muetsreadas}}$$

d. Determinación de la generación de residuos sólidos de panaderías

La generación de residuos sólidos, determinada para panaderías se procedió dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de panaderías como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPP = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de panaderías muetsreadas}}$$

e. Determinación de la generación de residuos sólidos de establecimientos que comercializan ropa.

La generación de residuos sólidos, determinada para establecimientos que comercializan, se realizó determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de establecimientos como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPEVR = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de establecimientos de venta de ropa muetsreadas}}$$

f. Determinación de la generación de residuos sólidos de librerías/bazar/fotocopiadoras

La generación de residuos sólidos, determinada para bazar, fotocopiadoras se finalizó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de bazar, fotocopiadora y librería muestreada, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPEAD = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de establecimientos que distribuyen artículos diversos muestreadas}}$$

g. Determinación de la generación de residuos sólidos de entidades financieras

La generación de residuos sólidos, en entidades financieras se determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de entidades financieras muestreada, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPEF = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Entidades Financieras muestreadas}}$$

h. Determinación de la generación de residuos sólidos de peluquerías

La generación de residuos sólidos, en peluquerías se, determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de peluquería muestreadas, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPP = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Peluquería muestreadas}}$$

i. Determinación de la generación de residuos sólidos de internet

La generación de residuos sólidos, en cabinas de internet, se determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de Internet muestreados, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPI = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Internet muestreados}}$$

j. Determinación de la generación de residuos sólidos de hoteles

La generación de residuos sólidos, determinada para hoteles u hospedajes se llevó a cabo dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de Hoteles muestreados, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPH = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Hoteles muetsreados}}$$

k. Determinación de la generación de residuos sólidos de venta de alimentos

La generación de residuos sólidos, determinada para establecimientos que expenden alimentos se finalizó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de establecimientos muestreados, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPV = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Establecimientos que venden alimentos muestreados}}$$

l. Determinación de la generación de residuos sólidos de clínicas/laboratorios/dental/similar

La generación de residuos sólidos, determinada para Clínicas, Laboratorios dentales y similares es de 1 299 Kg/ES/día, y se determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de establecimientos muestreados, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPES = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Establecimientos de salud muestreadas}}$$

m. Determinación de la generación de residuos sólidos de consultorios médicos

La generación de residuos sólidos, determinada para consultorios médicos, se procedió dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de establecimientos muestreados, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPCM = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Consultorio Médico de salud muestreadas}}$$

n. Determinación de la generación de residuos sólidos de farmacias y boticas.

La generación de residuos sólidos, determinada para boticas y farmacias, está dada dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de establecimientos muestreados, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPES = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Boticas y Farmacias muetsreadas}}$$

o. Determinación de la generación de residuos sólidos de oficinas administrativas

La generación de residuos sólidos, en oficinas administrativas públicas y privadas, se determinó dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de Instituciones muestreadas, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPIPP = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de Insttuciones Públicas y Privadas muetsreadas}}$$

p. Determinación de la generación de residuos sólidos de instituciones educativas

La generación de residuos sólidos, en instituciones educativas está determinada, dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de alumnos de la Institución educativa muestreada, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPPA = \frac{\text{Kg peso recolectado}}{\text{Número de alumnos de Institución Educativa}}$$

q. Determinación de la generación de residuos sólidos de mercado

La generación de residuos sólidos, determinada para mercados se realizó, dividiendo los kilogramos recolectados entre el número de Mercados muestreados, como se muestra en las fórmulas siguientes:

$$GPBV = \frac{Kg \text{ peso recolectado}}{Número de Mercados}$$

r. Determinación de la generación de residuos de vías publicas

La Generación de Residuos se determinó por turno de barrido, para calcular el total de residuos por día se multiplico al dato obtenido por el número de turnos de barrido (2), como indican las siguientes fórmulas.

$$GPBVPT = \frac{Kg \text{ peso recolectado}}{Número de trabajador efectivo por ruta}$$

s. Densidad de residuos sólidos no domiciliarios

La densidad de los residuos se determinó según la siguiente formula:

$$Densidad(S) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H)}$$

Donde:

W = Peso de los residuos

V = volumen del cilindro

t. Determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

Para la determinación de este rubro, se ha seguido los mismos pasos y procedimientos utilizados anteriormente al igual que el caso de los residuos domiciliarios.

4.4. Población y Muestra

La población considerada en la investigación, son consideradas todas las viviendas del ámbito urbano y periurbano de la ciudad de Chota, las cuales tienen una característica en común que permitió estudiarlas. El estudio de la población se realizó dividiéndola en estratos, para lo cual el criterio de estratificación estuvo determinado por la capacidad económica de la ciudadanía.

- Zona residencial (Estrato A), viviendas con ingresos altos
- Zona residencial (Estrato B), viviendas con ingresos medios

Esta estratificación se utilizará para el muestreo de los residuos domiciliarios, en cambio para los residuos no domiciliarios se utilizará:

- Zona Comercial (Estrato comercial), establecimientos comerciales y Mercados
- Zona Educativa (Estrato institucional), instituciones educativas del nivel inicial, primario, secundario y superior de la localidad, además incluye instituciones públicas y privadas.
- Zonas monumentales. Incluye plaza de armas, parques y monumentos.

Muestreo

Se utilizó el uso del muestreo estratificado proporcional, en donde se asegura que cada unidad muestral (vivienda) de un estrato tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.

Tamaño de muestra

El cálculo del tamaño de muestra para una población finita estuvo determinado por:

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

Dónde:

- Z = Nivel de confianza elegido
- n = Número de viviendas seleccionadas
- σ = Desviación estándar
- E = Grado del error
- N = Número total de viviendas de la población.

Cabe indicar que la desviación estándar y los grados del error han sido asumidos, por lo que requerirá una validación de la muestra.

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Los instrumentos para la recolección de datos han sido las fichas de empadronamiento y fichas de control diario para el almacenamiento de la información a nivel de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de información.

Toda la información que se ha generado producto de la investigación ha sido procesada utilizando una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

4.7. Equipos y materiales.

Los equipos y materiales utilizados en la investigación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 14. Equipos y materiales utilizados en la investigación.

Codificador de gasto	Descripción	Unidad	Cant.	Costo Parcial (S/.)	Costo Total
2.3.27.11.99	Terreno				
	Área de Caracterización (15.00 x 10.00 m aproximadamente)	Glb	1	100	100
2.3.17	Herramientas e insumos				
	Alquiler de Balanza de Plataforma electrónica como mínimo de 50 kg.	Und	1	200	200
	Buggies o Carretillas	Und	2	50	100
	Cilindros de metal de 200 litros de capacidad	Und	2	45	90
	Winchas de 05 metros	Und	2	5	10
	Escobas	Und	2	5	10
	Recogedor	glb	1	8	8
2.3.27.11.99	Personal				
	Integrantes de la Brigada para un día, que realizará el empadronamiento.	personas	5	25	125
	Jefes Brigadas	personas	1	720	720
	Segregador especialista	personas	1	160	160
	Choferes	personas	1	160	160
	Operarios de recolección y segregación	personas	5	160	800
	Refrigerios	Glb	13	40	520
2.3.17	Uniforme e implementos de seguridad para las operarios de recolección y segregación				
	Guantes de cuero pulido	par	7	15	105
	Botas de seguridad	par	8	30	240
	Mascarillas para polvo	und	20	2	40
	Mameluco drill	Und	8	50	400
2.3.18.12	Insumos de primeros auxilios				
	Botiquín (kit básico)	Und	1	25	25
2.3.16.11	Movilidad				
	Movilidad para los integrantes de la Brigada para el empadronamiento	Psjes	13	32	416
	Un camión recolector para el recojo de los Residuos después de la caracterización durante ocho (08) días				
2.3.15	Materiales de oficina				
	Fotocopias de cartas dirigidas al poblador que participara en el estudio de caracterización	Und	120	0.1	12
	Fotocopias de los formatos de empadronamiento de viviendas	glb	20	0.1	2
	Fotocopias de los formatos de registro de datos de caracterización de residuos sólidos	glb	20	0.1	2
	Fotocopias de plano de ubicación de las viviendas	glb	20	0.2	4
	Lapiceros	Und.	20	0.5	10
	Plumones de Tinta indeleble	Und	10	4	40
	Cinta de embalaje (color beige) (50 m)(para identificación codificación de bolsas de viviendas)	Und	4	5	20
	Tijeras	Und	2	10	20
	Dispensador de cinta de embalaje	Und	2	35	70
2.3.15.99	Materiales de campo				
	Fotochek	Und	13	5	65
	Gorros con logos de la Municipalidad y Institución Ejecutora	glb	13	8	104
	Chalecos con logos de la Municipalidad y Institución Ejecutora	glb	15	35	525
	Stickers fosforescentes (para identificación de viviendas)	glb	300	0.2	60
	Tamiz de malla metálica (2.0 x 2.0m)	glb	2	15	30
2.3.15.3	Insumos para la limpieza del local				
	Cloro	glb	2	8	16
	Jabones carbólico	Und	2	5	10
	Detergente	Und	2	10	20
2.3.22.21	Comunicación				
	RPM (Para 9 días seguidos)	Und	4	40	160
TOTAL				5 339	

CAPÍTULO V

RESULTADO Y DISCUSIONES

5.1. Presentación de resultados.

Los datos que se presentan a continuación se han ordenado según los objetivos planteados en la presente investigación tal como se indica:

Determinación de las propiedades Físicas:

A nivel de residuos sólidos domiciliarios

- Cantidad
- Composición
- Humedad

A nivel de residuos sólidos no domiciliarios

- Cantidad
- Composición
- Densidad

Determinación de las propiedades geotécnicas:

A nivel de residuos sólidos domiciliarios

- Humedad de los residuos.

A nivel de residuos sólidos no domiciliarios

- Humedad de los residuos

5.1.1. Determinación de las propiedades físicas

La determinación de las propiedades físicas de los residuos sólidos, están basadas en: Establecer la producción per capita, composición y densidad de los residuos sólidos generados a nivel domiciliario y no domiciliario

Tabla 15. Cantidad de residuos sólidos generados correspondiente al estrato A

Nº	Cod. de vivienda	Número de habitantes	Gpc 0	Gpc 1	Gpc 2	Gpc 3	Gpc 4	Gpc 5	Gpc 6	Gpc 7	Generación per cápita
			Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/persona/día
1	VEA-01	4	0,33	0,64	0,36	0,350	0,72	0,438	0,00	0,39	0,414
2	VEA-02	7	0,02	1,38	0,93	0,556	1,22	1,500	0,54	0,97	1,014
3	VEA-03	5	0,49	0,00	0,21	0,268	0,58	0,280	0,00	0,47	0,258
4	VEA-04	3	0,34	0,42	0,69	0,633	0,59	0,527	0,59	0,65	0,587
5	VEA-05	4	0,07	0,34	2,19	0,375	1,15	0,305	0,50	2,75	1,084
6	VEA-06	3	0,52	0,33	0,28	0,240	0,71	0,000	0,27	0,42	0,320
7	VEA-07	3	0,39	0,59	0,56	0,297	0,45	0,360	0,79	0,53	0,510
8	VEA-08	3	0,26	1,12	0,00	0,553	0,89	0,393	0,28	0,55	0,541
9	VEA-09	5	0,18	0,57	0,69	0,380	0,56	0,512	0,31	0,00	0,431
10	VEA-10	3	0,30	0,56	0,33	0,460	0,25	0,410	0,39	0,63	0,434
11	VEA-11	4	0,73	0,47	0,55	0,908	0,54	0,303	0,35	0,70	0,542
12	VEA-12	2	0,31	0,31	0,25	0,395	0,00	0,210	0,29	0,23	0,240
13	VEA-13	5	0,15	0,71	0,49	0,378	0,21	0,268	0,29	0,25	0,369
14	VEA-14	3	0,99	0,59	0,58	0,483	0,92	0,260	0,15	0,32	0,472
15	VEA-15	2	0,55	0,62	0,39	0,435	0,27	0,190	0,26	0,12	0,326
16	VEA-16	4	0,00	0,26	0,82	0,543	0,29	0,175	0,37	0,27	0,388
17	VEA-17	7	0,49	0,47	0,18	0,376	0,22	0,413	0,24	0,33	0,319
18	VEA-18	3	0,85	0,00	0,55	0,450	0,33	0,723	0,00	0,21	0,324
19	VEA-19	3	0,00	2,26	0,31	0,427	0,00	3,250	0,52	1,22	1,142
20	VEA-20	5	0,38	0,21	0,49	0,578	0,30	0,280	0,21	0,19	0,321
21	VEA-21	7	0,00	1,94	0,33	1,207	1,22	0,254	0,10	1,37	0,917
22	VEA-22	2	1,24	0,41	0,46	0,395	0,77	0,340	0,41	0,44	0,460
23	VEA-23	4	0,20	0,36	0,54	0,445	0,67	0,530	0,00	0,34	0,411
24	VEA-24	8	0,21	0,79	0,45	0,709	0,28	0,153	0,33	0,24	0,421
25	VEA-25	4	0,46	0,50	0,34	0,735	0,37	0,290	0,14	0,23	0,370
26	VEA-26	6	0,31	0,30	0,17	0,423	0,47	0,280	0,00	0,40	0,292
27	VEA-27	2	0,63	0,51	1,80	0,410	0,00	0,235	1,23	0,98	0,737
28	VEA-28	5	1,02	0,69	0,32	0,900	0,78	0,336	0,38	0,92	0,617
29	VEA-29	4	0,69	0,26	0,37	1,445	0,61	0,285	0,62	0,35	0,562
30	VEA-30	6	0,00	0,39	0,00	0,427	0,38	0,000	2,38	0,53	0,587
31	VEA-31	3	0,88	0,33	0,97	0,000	0,48	0,322	0,26	0,54	0,414
32	VEA-32	6	0,00	0,41	0,20	0,627	0,32	0,397	0,37	0,06	0,338
33	VEA-33	7	0,11	0,40	0,21	0,350	0,46	0,239	0,14	0,08	0,267
34	VEA-34	6	0,31	0,40	0,43	0,797	0,52	0,457	0,58	0,04	0,460
35	VEA-35	3	0,48	0,44	0,29	0,743	0,60	0,280	0,33	0,15	0,405
36	VEA-36	2	0,00	2,39	0,75	0,935	0,00	0,280	3,38	0,32	1,149
PROM											0,512

La producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios correspondiente al estrato B, se presentan en la tabla N° 16.

Tabla 16. Cantidad de residuos sólidos generados correspondiente al estrato B

Nº	Cod. de vivienda	Número de habitantes	Gpc 0	Gpc 1	Gpc 2	Gpc 3	Gpc 4	Gpc 5	Gpc 6	Gpc 7	Generación per cápita
			Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/día	Kg/persona/día
1	VEB-01	4	0,473	0,75	0,42	0,18	0,15	0,29	0,11	0,72	0,371
2	VEB-02	3	0,367	0,17	0,19	0,31	0,51	0,47	0,25	0,31	0,314
3	VEB-03	2	0,000	0,00	1,02	0,86	0,43	1,12	0,51	0,36	0,614
4	VEB-04	4	0,168	0,67	0,20	0,32	0,47	0,30	0,00	0,37	0,330
5	VEB-05	6	0,840	0,61	0,33	0,22	0,22	0,18	0,06	0,11	0,246
6	VEB-06	3	0,073	0,14	0,25	0,25	0,27	0,47	0,11	0,33	0,259
7	VEB-07	4	0,455	0,25	0,12	0,05	0,24	0,10	0,00	0,60	0,192
8	VEB-08	3	1,613	0,91	0,71	0,00	1,43	1,15	0,53	0,55	0,756
9	VEB-09	4	0,000	0,39	0,71	0,31	0,31	0,36	0,30	0,44	0,400
10	VEB-10	3	1,143	0,43	0,45	0,36	0,33	0,29	0,23	0,28	0,339
11	VEB-11	5	0,972	0,46	0,59	0,96	0,44	0,45	0,67	0,27	0,550
12	VEB-12	3	0,000	0,16	0,26	0,26	0,22	0,09	0,22	0,75	0,281
13	VEB-13	8	0,000	0,74	0,31	0,45	0,49	0,29	0,25	0,53	0,436
14	VEB-14	1	0,230	0,29	8,45	0,27	0,00	0,31	0,21	0,29	1,403
15	VEB-15	8	0,261	1,33	0,71	0,37	0,84	0,32	0,26	0,48	0,617
16	VEB-16	3	1,047	0,22	0,25	0,05	0,11	0,04	0,20	0,00	0,125
17	VEB-17	6	0,108	0,61	0,39	0,14	0,13	0,16	0,14	0,27	0,263
18	VEB-18	2	0,860	0,49	0,43	0,28	0,46	0,36	0,23	0,41	0,379
19	VEB-19	8	0,345	0,67	0,28	0,43	0,46	0,25	1,21	0,18	0,497
20	VEB-20	1	0,580	0,00	0,82	0,00	6,72	1,00	0,70	0,93	1,453
21	VEB-21	6	1,057	0,89	0,21	0,48	0,37	0,32	0,38	0,50	0,449
22	VEB-22	3	0,347	0,49	0,47	0,26	1,07	1,18	0,71	0,34	0,645
23	VEB-23	3	0,293	0,59	0,00	0,80	0,52	1,25	1,95	0,70	0,830
24	VEB-24	3	0,933	0,22	0,39	0,37	0,51	1,00	0,45	0,30	0,463
25	VEB-25	5	0,528	0,56	0,29	0,18	0,38	0,15	0,31	0,25	0,303
26	VEB-26	9	0,713	1,26	0,38	0,30	0,43	0,31	0,38	0,34	0,486
27	VEB-27	2	1,270	0,92	0,00	1,14	4,27	0,35	0,41	0,79	1,126
28	VEB-28	7	0,000	0,44	0,23	0,33	0,27	0,18	0,25	0,23	0,276
29	VEB-29	7	0,480	0,20	0,40	0,42	0,30	0,27	0,15	0,35	0,298
30	VEB-30	3	0,573	0,43	0,43	0,66	0,84	0,19	0,59	0,70	0,548
31	VEB-31	4	0,000	0,22	0,16	0,22	0,22	0,18	0,11	0,17	0,179
32	VEB-32	7	0,383	0,37	0,46	0,22	0,53	0,24	0,21	0,52	0,365
33	VEB-33	7	0,171	0,22	0,32	0,40	0,37	0,30	0,35	0,30	0,325
34	VEB-34	4	0,075	0,30	0,26	0,26	0,30	0,25	0,42	0,46	0,318
35	VEB-35	5	0,372	0,46	0,42	0,82	0,46	0,95	0,51	0,42	0,577
36	VEB-36	5	0,384	0,52	0,00	0,58	0,60	0,50	0,40	0,54	0,446
37	VEB-37	5	0,336	0,44	0,42	0,44	0,40	0,57	0,49	1,15	0,559
PROM											0,487

a. Determinación de la composición de los residuo sólido domiciliario

La Composición de los residuos sólidos domiciliarios, se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 17. Composición de los residuos sólidos domiciliarios estrato A y B

Residuos Domiciliarios	Días de muestreo									Composición porcentual Composición porcentual
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	día 8	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
R. Orgánico	84,17	89,72	53,53	61,20	77,26	60,41	75,76	75,76	493,64	60,37%
Madera, Follaje	1,33	8,68	2,55	2,55	1,38	7,12	8,78	8,38	39,44	4,82%
Papel	2,3	2,45	6,77	1,99	3,27	1,61	2,51	2,40	21,00	2,57%
Cartón	1,9	2,37	3,66	2,62	3,66	2,54	3,22	3,08	21,15	2,59%
Vidrio	3,87	1,96	7,79	2,45	1,05	1,06	3,71	3,54	21,56	2,64%
Plástico PET	1,33	0,87	0,30	0,69	0,61	0,71	1,03	0,98	5,19	0,63%
Plástico Duro	2,06	3,33	1,36	1,01	1,58	1,82	1,06	2,02	12,18	1,49%
Bolsas	9,15	8,24	5,08	4,80	6,10	4,09	4,84	4,62	37,77	4,62%
Carton Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	0,96	0,76	0,32	1,01	1,11	0,89	1,35	1,29	6,73	0,82%
Tecnopor y similares	0,18	0,30	0,21	0,64	0,34	0,30	0,41	0,40	2,60	0,32%
Metal	1,75	0,90	0,49	1,08	2,13	0,89	0,64	0,61	6,74	0,82%
Telas, textiles	5,27	2,32	0,98	1,50	1,95	1,17	0,41	0,40	8,73	1,07%
Caucho, cuero, jebe	2,12	0,73	0,86	1,60	0,69	0,89	1,19	1,14	7,10	0,87%
Pilas	0,00	0,00	0,00	0,10	0,59	0,00	0,00	0,00	0,69	0,08%
Restos de medicinas, focos, etc.	0,36	0,13	0,00	0,00	0,08	0,10	0,22	0,21	0,74	0,09%
Residuos Sanitarios	4,12	10,75	3,01	9,23	11,60	12,13	7,74	4,80	59,26	7,25%
Residuos Inertes	4,18	16,62	16,37	18,45	2,38	2,37	5,78	6,51	68,48	8,38%
Otros	0,12	2,78	1,68	0,00	0,10	0,00	0,06	0,04	4,66	0,57%
TOTAL									817,66	100,00%

Composición de los residuos sólidos de origen domiciliario - Chota

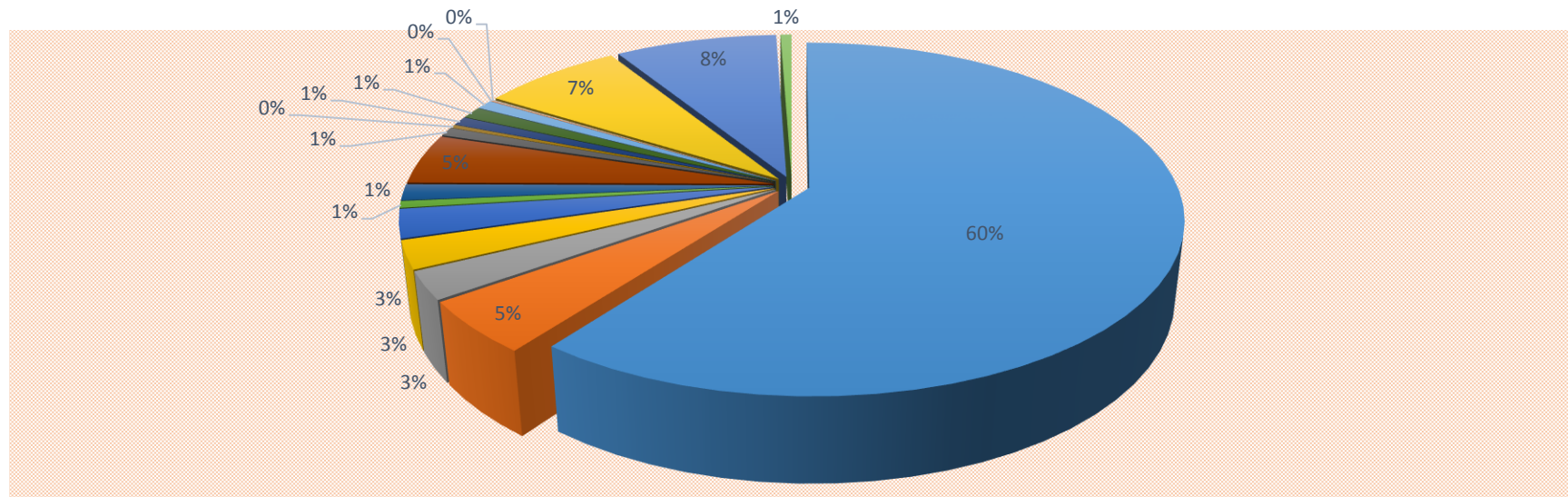


Figura 33. Composición de los residuos sólidos de origen domiciliarios - ciudad de Chota

b. Determinación de la densidad de los residuos sólidos domiciliario.

Los datos de densidad obtenidos en relación a los residuos domiciliarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios estrato A y B.

Peso del cilindro	13,44	kg	Promedio	149,18	kg/m³
Altura del cilindro	0,88	m			
Diámetro > (A)	0,6	m			
Diámetro < (B)	0,544	m			
Diámetro x (A + B)/2	0,57	m			
Volumen del cilindro	0,22	m ³			

Día 1			Día 2			Día 3			Día 4		
Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad
1	47,58	211,89	1	14,94	66,53	1	19,01	84,66	1	32,40	144,29
2	19,26	85,77	2	40,78	181,60	2	33,98	151,32	2	25,84	115,07
			3	13,00	57,89	3	40,00	178,13	3	40,94	182,32
			4	20,52	91,38				4	20,20	89,96
	148,83			99,35			138,04			132,91	

Día 5			Día 6			Día 7			Día 8		
Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad
1	36,24	161,39	1	22,16	98,68	1	26,24	116,85	1	28,24	125,76
2	29,56	131,64	2	17,44	77,66	2	32,20	143,39	2	28,56	127,19
3	24,48	109,02	3	20,26	90,22	3	170,80	760,62	3	19,60	87,28
4	24,16	107,59	4	32,60	277,73	4	37,62	167,53			
	127,41			136,08			297,10			113,41	

5.1.1.1 A nivel de residuos sólidos no domiciliarios

a. Determinación de la producción per cápita de residuos no domiciliarios

La cantidad de los residuos sólidos no domiciliarios se presentan por cada establecimiento comercial como se detalla a continuación

- **Generación de residuos sólidos a partir de puestos de venta de artículos diversos.** Los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 19. Generación de residuos sólidos venta de artículos diversos

Venta de Artículos Diversos	Generación de Residuos Sólidos Venta de artículos diversos								Generación venta de artículos diversos Kg/puesto/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Detalles 3K	1,340	0,1	0,36	0,34	0,76	0,62	0,18	0,64	0,543
Venta de Mercería	1,670	0,16	1,64	0,68	0,74	0,10	0,22	0,28	0,686
Comercial Rafael	1,530	0,67	0,04	0,22	0,28	0,08	0,56	0,14	0,440
Generación Per cápita/Puestos de artículos /día									0,556

- **Generación de residuos sólidos a partir de ferreterías.** Los datos obtenidos en relación a la generación de residuos sólidos que generan las ferreterías, se presentan a continuación.

Tabla 20. Generación de residuos sólidos de ferreterías

Ferreterías	Generación de Residuos Sólidos de Ferreterías								Generación - Ferretería
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg/Ferreterías/ día
Ferretería ADJ	0,62	0,3	0,26	0,62	0,430	3,68	1,58	0,08	0,993
Ferretería Idrogo	1,78	1,9	2,24	1,10	2,38	6,28	6,74	5,68	3,760
Ferretería Romic	1,02	0,78	0,74	0,02	2,66	1,74	0,45	0,99	1,054
Distribuciones Caxagas	1,76	1,1	1,96	0,96	0,82	4,12	1,78	1,82	1,794
Ferretería el ofertón	1,52	1,56	2,60	1,62	0,24	0,62	0,72	0,08	1,063
Generación Per cápita/Ferretería/día									1,733

- **Generación de residuos sólidos en bodegas.** Los datos obtenidos en relación a la generación de residuos sólidos que generan las bodegas, se presentan en la siguiente tabla.

- **Generación de residuos sólidos de puestos de ropa.** Los datos obtenidos en relación a la generación de residuos sólidos de los puestos de venta de ropa, se presentan a continuación:

Tabla 22. Generación de residuos sólidos de puestos de ropa

Puesto de ropa	Generación de Residuos Sólidos de puestos de ropa								Generación Kg/Puesto de ropa/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Puesto Pioner	0,920	1,86	0,32	0,38	0,62	0,22	0,70	0,42	0,646
Puesto de ropa s/n	0,560	0,46	5,48	0,14	0,97	2,72	1,020	0,70	1,642
Puesto la Únika	0,520	0,01	0,43	0,62	0,02	0,20	0,32	0,22	0,260
Confecciones NOA	0,620	0,26	0,45	0,14	0,62	0,56	0,54	0,30	0,410
Puesto de ropa s/n	0,050	0,08	0,20	0,32	0,20	0,16	0,24	0,05	0,179
Boutique Chiquilladas	0,060	0,06	0,70	0,04	0,62	0,20	0,07	0,21	0,271
Barsa Hotel	3,090	2,2	2,18	2,08	4,44	1,94	1,72	2,08	2,377
Puesto de ropa s/n	2,030	0,12	0,70	0,04	0,20	0,34	0,23	0,32	0,279
Generación Per cápita/Puesto de ropa/día									0,758

- **Generación de residuos sólidos de librerías/bazar/fotocopiadoras.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la tabla siguiente

Tabla 23. Generación de residuos sólidos de librería/ bazar/ fotocopia

Librería/ bazar/ fotocopia)	Generación de Residuos Sólidos de Librería/ bazar/ fotocopia								Generación Kg/L.b.f/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
AKOR	0,620	0,16	0,22	0,02	0,420	0,080	0,100	0,04	0,149
BAZAR GYPSI	0,520	0,24	0,36	0,10	0,67	0,24	0,78	0,02	0,344
DISTRIBUCIONES ASOCIADOS	0,720	0,26	30,00	0,30	0,26	0,20	0,26	0,74	4,574
M@RCYBET.COM	0,760	0,14	0,50	0,20	0,10	1,68	0,18	0,19	0,428
COMERCIAL DANIELITA	0,78	0,02	0,64	0,08	0,14	0,10	0,95	0,34	0,324
BIG BANG STORE	0,500	0,92	0,86	0,76	0,71	0,85	0,72	0,64	0,920
Generación Per cápita/Librería/día									1,123

- **Generación de residuos sólidos de bancos/entidades financieras.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan a continuación

Tabla 24. Generación de residuos sólidos de bancos, entidades financieras.

Bancos, Entidades Financieras	Generación de Residuos Sólidos de Bancos, Entidades Financieras							Generación - Bancos, Financieras Kg/EF/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Banco de la Nación	2,400	3,1	3,72	2,86	1,40	2,70	3,09	2,753
Banco Financiero	0,600	0,28	0,02	0,23	0,53	0,86	1,32	0,549
Generación Per cápita/Banco/día								1,651

- **Generación de residuos sólidos de salones de belleza.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la presente tabla.

Tabla 25. Generación de residuos sólidos de salón de belleza

Salón de Belleza	Generación de Residuos Sólidos de Salón de Belleza								Generación - Salón de Belleza Kg/SB/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Unisex Aries	0,100	0,1	0,38	0,12	0,12	0,08	0,14	0,10	0,143
Generación Per cápita/Salón de belleza/día									0,143

- **Generación de residuos sólidos en cabinas de internet y locutorios.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 26. Generación de residuos sólidos de cabinas de internet/ locutorios

Cabinas de Internet/ Locutorios	Generación de Residuos Sólidos de Cabinas de Internet/ Locutorios								Generación - Internet/ Locutorios Kg/Internet/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Delta NET	0,620	0,46	0,20	0,12	0,12	0,08	0,06	0,22	0,180
Generación Per cápita/Cabinas de internet/día									0,180

- **Generación de residuos sólidos en hoteles y hospedajes.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan a continuación.

Tabla 27. Generación de residuos sólidos de hoteles - hospedajes

Hoteles / Hospedajes	Generación de Residuos Sólidos de Hoteles - Hospedajes								Generación - Hoteles Kg/Hotel/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Hostal Nuvit	0,680	5,04	4,74	3,20	6,52	8,14	0,92	5,72	4,370
Generación Per cápita/Hospedajes/día									4,897

- **Generación de residuos sólidos en puestos de venta de alimentos.** Los datos obtenidos en este rubro, se pueden apreciar en la tabla siguiente:

Tabla 28. Generación de residuos sólidos de puestos de venta de alimentos

Puestos de venta de alimentos	Generación de Residuos Sólidos de puestos de venta de alimentos								Generación - Venta de alimentos Kg/VA/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Copacabana	9,560	9,34	12,58	10,18	8,80	12,40	11,88	11,54	10,785
El Toro	6,980	5,76	9,58	5,16	9,50	8,38	7,36	8,72	7,680
Jazmín	1,890	1,34	0,82	1,24	0,32	0,40	1,87	1,14	1,128
El buen sabor norteño	1,870	4,26	2,90	1,10	3,02	2,76	1,28	0,84	2,254
Restaurant Sol y Luna	1,870	5,34	12,56	9,64	12,72	11,38	5,88	10,66	8,756
El Tío Ricky	1,760	5,4	4,80	6,92	6,78	8,94	5,60	2,92	5,390
Generación Per cápita/Puesto de venta de alimentos/día									5,999

- **Generación de residuos sólidos en clínicas/laboratorios dentales/similares.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 29. Generación de residuos sólidos de clínicas/laboratorios dentales/similares

Clínicas/Laboratorios dentales/similares	Generación de Residuos Sólidos de Clínicas/Laboratorios dentales/ similares								Generación - Clínicas/Laboratorios dentales/similares
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Clínica Trujillo	0,90 0	0,30 0	1,23 0	0,67 0	1,56 0	2,09 0	1,62 0	1,62 0	1,299
Generación Per cápita/Clínicas/día									1,299

- **Generación de residuos sólidos en clínicas/laboratorios dentales/similares.**

Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la tabla N° 30.

Tabla 30. Generación de residuos sólidos de consultorio médico

Consultorio médico	Generación de Residuos Sólidos de Consultorio médico								Generación/ Consultorio/ médico
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Servisalud	0,890	0,64	0,24	0,52	0,24	0,62	0,30	0,04	0,371
Generación Per cápita/Consultorio/día									0,371

- **Generación de residuos sólidos en boticas/farmacias y similares.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la tabla N° 31.

Tabla 31. Generación de residuos sólidos de boticas- farmacias y similares

Generación/ Boticas-Farmacias y similares	Generación de Residuos Sólidos de Boticas/Farmacias y similares								Generación de Boticas-Farmacias y similares
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Farmedit	0,240	0,18	1,46	0,28	1,42	1,54	1,58	0,97	1,061
Luz Farma	1,870	1,34	0,30	0,39	1,02	1,56	0,76	1,62	0,999
Angeluz	0,180	0,18	0,24	1,14	2,09	2,48	0,40	0,08	0,944
Generación Per cápita/botica/día									1,001

- **Generación de residuos sólidos en oficinas administrativas (públicas y privadas).** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la tabla N° 32.

Tabla 32. Generación de residuos sólidos de oficinas administrativas (públicas y privadas)

Oficinas Administrativas (Públicas y privadas)	Generación de Residuos Sólidos de Oficinas Administrativas (Públicas y privadas)						Generación - Oficinas Administrativas Kg/IPP/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Radio Santa Mónica	4,840	6,4	0,18	0,18	0,16	0,230	1,430
UGEL - Chota	9,480	9,48	11,40	13,78	49,56	27,92	22,428
ELECTRONORTE	0,140	0,14	0,04	0,18	0,67	0,38	0,282
DICETUR	0,030	0,14	0,04	0,18	0,45	0,38	0,238
Generación Per capital /Institución Pública y Privada / día							6,095

- **Generación de residuos sólidos en vías públicas.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la tabla N° 33.

Tabla 33. Generación de residuos sólidos vías públicas

Nombre de Vía	Generación de residuos sólidos vías publicas						Generación per cápita Kg/turno
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Jr. coronel Becerra	18,31	15,62	16,50	16,76	13,50	18,78	16,58
Jr. Ponciano Vigil	34,00	25,73	44,86	21,08	24,12	24,34	29,02
Jr. 30 de agosto	31,01	26,98	54,40	38,62	36,92	29,04	36,16
Jr. Anaximandro Vega	26,92	27,80	13,98	24,24	15,00	20,58	21,42
Generación per cápita barredor/ turno							25,80
Generación Per cápita barredor/ día							51,591

- **Generación de residuos sólidos en instituciones educativas.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la tabla N° 34.

Tabla 34. Generación de residuos sólidos de instituciones educativas

Institución Educativas	Generación de residuos sólidos de Instituciones Educativas						Generación Kg/alumno/día
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Colegio S.J.	30,960	36,24	23,32	26,04	27,88	21,72	27,69
Total de alumnos							1399,00
Generación Per capital /alumno /día							0,020

- **Generación de residuos sólidos en mercados.** Los datos obtenidos en este rubro, se presentan en la tabla N° 35.

Tabla 35. Generación de residuos sólidos mercado

Rubro	Generación de residuos sólidos mercado						Generación per cápita Kg/Mercado/día
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 6	Día 7	
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Mercado	325,84	356,82	319,28	395,36	285,12	396,00	346,40
Generación Per cápita de mercado / día							346,403

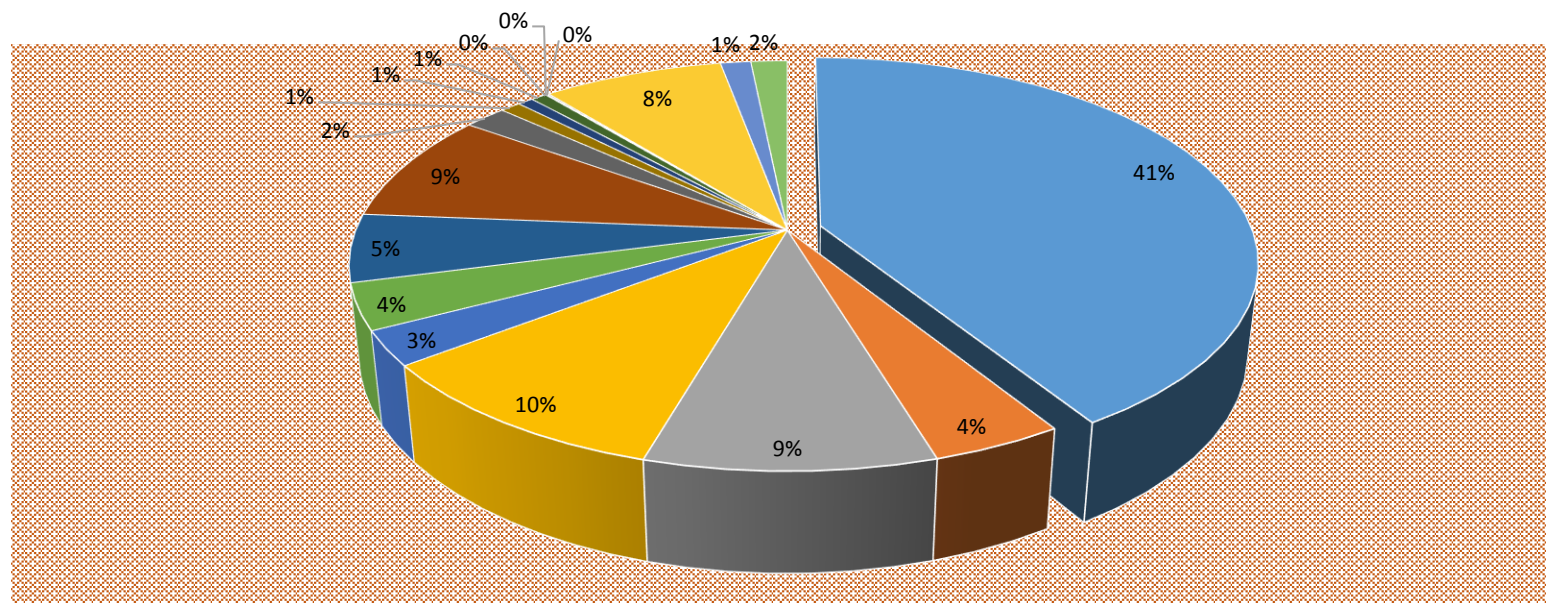
b. Determinación de la composición de los residuos sólidos no domiciliarios

La Composición de los residuos sólidos no domiciliarios, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 36. Generación de residuos sólidos no domiciliarios

Residuos Domiciliarios	Generación de Residuos Sólidos No Domiciliarios									Total	Composición Porcentual
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7			
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		
Residuo Orgánico	49,98	32,27	77,37	43,45	60,40	61,96	65,96	47,46	388,87	41,16%	
Madera, Follaje	1,63	3,22	2,05	27,50	1,16	1,24	2,69	1,55	39,41	4,17%	
Papel	23,4	15,03	14,83	7,96	6,98	6,69	12,75	22,22	86,46	9,15%	
Cartón	13,69	17,21	13,26	12,30	8,91	14,73	15,82	13,00	95,23	10,08%	
Vidrio	6,86	2,90	4,94	4,73	1,26	2,54	2,89	6,52	25,78	2,73%	
Plástico PET	5,59	0,77	6,15	6,22	1,50	1,54	12,77	5,31	34,26	3,63%	
Plástico Duro	9,3	10,87	4,72	1,51	5,08	4,42	15,29	8,83	50,72	5,37%	
Bolsas	12,16	15,37	14,30	8,28	9,30	11,57	10,99	11,55	81,36	8,61%	
Cartón Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	2,8	4,58	2,85	1,88	0,71	1,19	3,80	2,66	17,67	1,87%	
Tecnopor y similares	1,11	1,63	2,00	1,21	0,13	1,32	1,14	1,06	8,49	0,90%	
Metal	1,79	1,01	0,85	0,53	0,92	1,02	0,39	1,70	6,42	0,68%	
Telas, textiles	1,08	2,26	0,56	0,24	0,89	0,42	1,16	1,03	6,56	0,69%	
Caucho, cuero, jebe	0,00	0,08	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,04%	
Pilas	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,02%	
Restos de medicinas, focos, etc.	0,18	0,10	0,01	0,11	0,07	0,29	0,16	0,18	0,92	0,10%	
Residuos Sanitarios	10,99	12,31	19,72	5,44	7,48	11,56	7,67	10,44	74,62	7,90%	
Residuos Inertes	0,17	5,78	1,12	1,33	1,95	0,72	1,43	0,13	12,46	1,32%	
Otros	1,13	9,35	1,20	0,00	0,00	0,27	3,13	1,08	15,03	1,59%	
Tóner	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29	0,00	5,29	0,56%	
	Total									944,75	100,0%

Composición de los residuos sólidos de origen no domiciliario - Chota



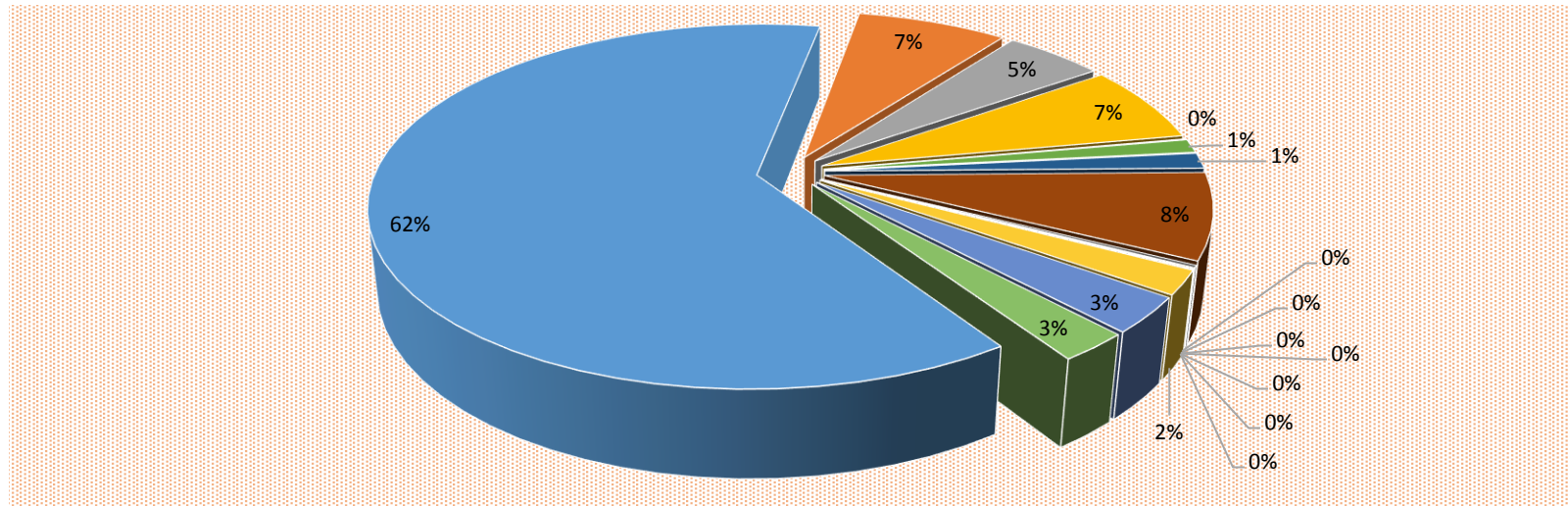
- Residuo Orgánico
- Cartón
- Plástico Duro
- Tecnopor y similares
- Caucho, cuero, jebe
- Residuos Sanitarios
- Madera, Follaje
- Vidrio
- Bolsas
- Metal
- Pilas
- Residuos Inertes
- Papel
- Plástico PET
- Carton Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)
- Telas, textiles
- Restos de medicinas, focos, etc
- Otros

Figura 34. Composición de los residuos sólidos de origen no domiciliario – ciudad de chota

Tabla 37. Composición de residuos sólidos en el mercado central

Residuos Mercado	Composición de Residuos Sólidos del Mercado Central							Composición
	día 0	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	Total	porcentual
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
Residuo orgánico	202,68	221,32	197,23	245,93	177,35	246,00	1290,51	62,30%
Madera, Follaje	24,28	26,53	23,79	29,46	21,24	29,50	154,80	7,47%
Papel	16,72	13,89	16,38	20,28	14,63	20,30	102,20	4,93%
Cartón	22,40	24,52	21,94	27,17	19,60	27,01	142,64	6,89%
Vidrio	0,18	0,20	0,19	0,22	0,16	0,22	1,17	0,06%
Plástico PET	3,84	4,20	3,76	4,65	3,36	4,66	24,47	1,18%
Plástico Duro	4,41	4,83	4,33	5,36	3,86	5,36	28,15	1,36%
Bolsas	24,78	27,14	24,28	30,07	21,69	30,12	158,08	7,63%
Cartón Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	0,62	0,75	0,67	0,83	0,60	0,84	4,31	0,21%
Tecnopor y similares	0,25	0,28	0,25	0,31	0,22	0,31	1,62	0,08%
Metal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
Telas, textiles	0,11	0,12	0,11	0,13	0,09	0,13	0,69	0,03%
Caucho, cuero, jebe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
Pilas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
Restos de medicinas, focos, etc.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
Residuos Sanitarios	6,91	7,57	6,77	8,38	6,05	8,40	44,08	2,13%
Residuos Inertes	10,31	11,29	10,10	12,51	9,02	12,53	65,76	3,17%
Otros	8,29	9,27	8,12	10,05	7,25	10,07	53,05	2,56%
Total							2071,53	100,00%

Composición de los residuos sólidos de mercado - Chota



- Residuos orgánico
- Madera, Follaje
- Papel
- Cartón
- Vidrio
- Plástico PET
- Plástico Duro
- Bolsas
- Carton Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)
- Tecnopor y similares
- Metal
- Telas, textiles
- Caucho, cuero, jebe
- Pilas
- Restos de medicinas, focos, etc
- Residuos Sanitarios
- Residuos Inertes
- Otros

Figura 35. Composición de los residuos sólidos generados en el mercado central.

c. Determinación de la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios|

Los datos de densidad obtenidos en relación a los residuos domiciliarios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 38. Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios.

Peso del cilindro	20,58	kg	Promedio	66,96 kg/m³
Altura del cilindro	0,88	m		
Diámetro > (A)	0,6	m		
Diámetro < (B)	0,544	m		
Diámetro x (A + B)/2	0,57	m		
Volumen del cilindro	0,22	m ³		

día 1			día 2			día 3			día 4		
Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad
1	47,58	211,89	1	11,02	49,07	1	8,42	37,50	1	11,70	52,10
2	19,26	85,77	2	20,60	91,74	2	7,72	34,38	2	9,66	43,02
3			3	16,80	74,81	3	11,38	50,68	3	9,34	41,59
4			4	13,00	57,89	4	16,56		4	15,28	68,05
5			5	16,76	74,64	5	21,30		5	26,92	119,88
6			6	11,42	50,86	6	32,72		6	11,64	51,84
7			7	15,94	70,98	7	25,40		7	17,44	77,66
8			8	22,48	100,11				8	24,78	110,35
148,83			71,26			40,85			70,56		

día 5			día 6			día 7			día 8		
Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad	Cilindro	Peso	Densidad
1	10,56	47,03	1	20,40	90,85	1	9,50	42,31	1	16,00	71,25
2	9,66	43,02	2	14,10	62,79	2	9,70	43,20	2	8,44	37,59
3	9,34	41,59	3	8,56	38,12	3	10,72	47,74	3	11,10	49,43
4	19,24	85,68	4	23,62	105,19	4	9,68	43,11	4	17,88	79,62
			5	23,10	102,87	5	10,00	44,53	5	27,14	120,86
			6	18,44	82,12	6	16,92	75,35	6	14,32	63,77
						7	15,84	70,54	7	32,18	143,31
						8	23,30	103,76	8	12,48	55,58
						9	26,78	119,26	9	12,48	55,58
						10	23,76	105,81	10	12,48	55,58
						11	40,72	181,34	11	12,48	55,58
54,33			80,32			79,72			71,65		

5.1.2. Determinación de las propiedades Geotécnicas

Dentro de las propiedades geotécnicas determinadas se ha considerado la humedad de los residuos sólidos, por ser importante dentro de la gestión de los residuos sólidos, permitiendo calcular la generación de lixiviados, diseño de las pozas de lixiviación y el balance hídrico.

5.1.2.1. A nivel de residuos sólidos domiciliarios

a. Determinación de la humedad

Los datos de humedad obtenidos a partir de los residuos sólidos de origen domiciliario se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 39. Humedad de los residuos sólidos domiciliarios

Día	UMEDAD (%)
1	60,12
2	59,10
3	58,39
4	57,23
5	60,21
6	70,24
7	65,23
8	64,83
Promedio	61,92

5.1.2.2. A nivel de residuos sólidos no domiciliarios

a. Determinación de la humedad

Los datos de humedad obtenidos a partir de los residuos sólidos de origen no domiciliario se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 40. Humedad de los residuos sólidos no domiciliarios

Día	HUMEDAD (%)
1	60,12
2	62,15
3	54,34
4	63,10
5	58,67
6	68,25
7	53,45
8	50,48
Promedio	58,82

5.2. Análisis, interpretación y discusiones

Para el análisis de la información presentada en el capítulo anterior, se ha realizado unos gráficos resumen, a fin de sintetizar toda la información presentada.

▪ Generación de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chota.

Se ha utilizado la terminología de residuo municipal para agrupar tanto los residuos de carácter domiciliario y no domiciliario, cuyos datos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 41. Generación de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de chota

Generación de residuos sólidos domiciliarios (GRS-D)				
Distrito	GPC Promedio (Kg/Hab/Día)	Población Total	Generación Total (Kg/Población/Día)	Generación Total (Tn/Población/Día)
Chota	0,498	19 273	9602,8	9 603

De la tabla anterior podemos determinar que la cantidad generada de residuos sólidos por persona es de 0,498 kg/hab/día. Haciendo un total de 9 603 tn /día de residuos generados a nivel de domicilio. Chota presenta datos más bajos en comparación con Cajamarca, tal como lo muestran Estrada y Corpus (2010), donde la producción per cápita en Cajamarca es de 0,551 kg/hab/día. Esto se podría deber a las actividades económicas y el nivel de vida de la población.

Este valor obtenido si lo comparamos con los valores de generación per cápita a nivel nacional, para el año 2010 fue de 0,520 kg/hab/día y para el año 2011 el valor se incrementó a 0,610 kg/hab/día, a nivel regional el promedio más alto para el año 2010 se dio en la región Ayacucho con 0,68 kg/hab/día y en el año 2011 en la región Huancavelica con el 0,76 kg/hab/día, la más baja fue en la región Tacna en el año 2010 con 0,31 kg/hab/día y el año 2011 en Tumbes también con 0,31 kg/hab/día. Podemos afirmar que la ciudad de Chota se encuentra por debajo de la más alta tasa de generación, pero por encima de la tasa más baja a nivel nacional y regional.

Tabla 42. Generación de residuos sólidos no domiciliarios

GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS NO DOMICILIARIOS (GRS-ND)				
Rubro	GPC (Kg/rublo/Día))	Cantidad del Rubro	Generación Total (Kg/día)	Generación Total (Tn/día)
Venta de artículos diversos	0,56	35	19,47	0,019
Bodega	1,14	284	324,61	0,325
Ferretería	1,73	60	103,97	0,104
Panadería	0,87	16	13,88	0,014
Venta de ropa	0,76	110	83,37	0,083
Librería/ bazar/ fotocopia	1,12	86	96,58	0,097
Mercados	346,40	2	692,81	0,693
Agentes Bancarios		1		0,000
Oficinas Administrativas (Públicas y privadas)	6,09	38	231,59	0,232
Instituciones Educativas (Generación Total/ N° de alumnos)	0,02	8726	172,73	0,173
Bancos	1,65	9	14,86	0,015
Ópticas	0,00	1	0,00	0,000
Salón de Belleza	0,14	16	2,28	0,002
Cabinas de Internet/ Locutorios	0,18	17	3,06	0,003
Lavandería		1	0,00	0,000
Billar		4	0,00	0,000
Hoteles - Hospedajes	4,90	20	97,94	0,098
Venta de alimentos	6,00	109	653,6	0,654
Clínicas/Laboratorios dentales/ similares	1,30	11	14,28	0,014
Consultorio médico	0,37	14	5,20	0,005
Boticas- Farmacias y similares	1,00	36	36,05	0,036
Generación de Barrido de calles	56,20	19	1067,80	1,068

Con respecto a la generación de los residuos del ámbito no municipal la mayor cantidad de residuos producidos es el barrido de calles con 1 068 tn/día, enfatizando que el barrido de calle se realiza 2 veces al día, seguidamente por los mercados con 0,693 tn/día y los puestos de venta de alimentos con 0,654 tn/día, esto se puede deber a la falta de promoción de buenas prácticas e incentivos⁶¹ por parte de la municipalidad en todos los niveles de la población y el nivel de educación ambiental de la población

Tabla 43. Generación de residuos sólidos municipales

Generación de residuos sólidos municipales (GRS-M)				
Distrito	GRS-D (Tn/día)	GRS-ND (Tn/día)	Generación Total (Kg/día)	Generación Total (Tn/día)
Chota	9 603	3 634	13 237	13,237

De la tabla anterior se puede concluir que la generación total de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Chota es de 13, 236 tn/día, la generación per cápita es de 0,498 Kg/hab/día haciendo un total de 9,603 tn/día a nivel de domicilios y la generación de residuos de origen no domiciliario es de 3,634 tn/día.

De la cantidad de residuos generada al día podemos determinar según la cobertura de recolección si todos estos residuos son recolectados y dispuestos sanitaria y ambientalmente o un gran porcentaje se elimina hacia los ríos, quebradas, zonas descampas, etc.

⁶¹ Ley N° 27314 modificada por Decreto Legislativo N° 1065
Artículo 43°

Las autoridades sectoriales y municipales establecerán condiciones favorables que directa o indirectamente generen un beneficio económico, en favor de aquellas personas o entidades que desarrollen acciones de minimización, segregación de materiales en la fuente para su reaprovechamiento, o de inversión en tecnología y utilización de prácticas, métodos o procesos que coadyuven a mejorar el manejo de los residuos sólidos en los sectores económicos y actividades vinculada con su generación.

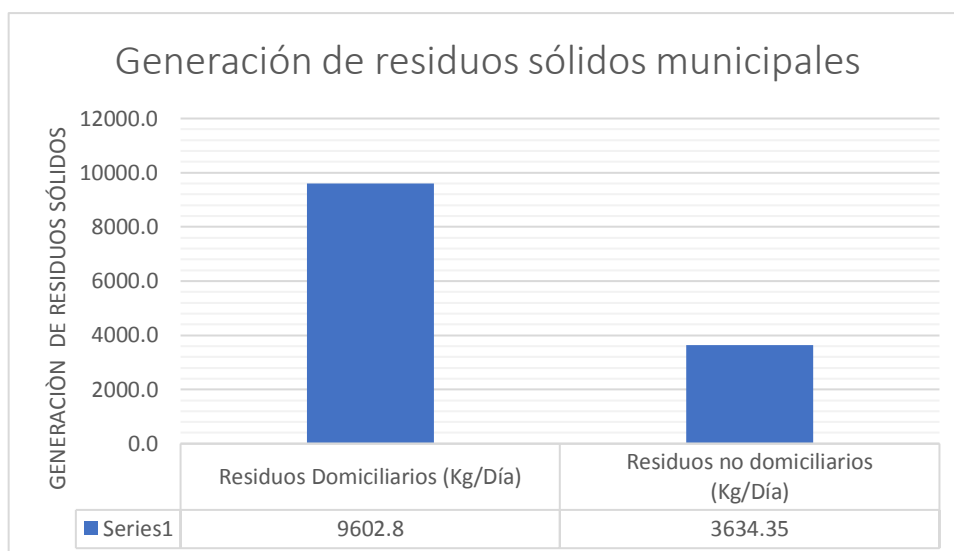


Figura 36. Comparativo de la generación de los residuos sólidos municipales

▪ **Composición de residuos sólidos municipales – ciudad de Chota.**

La síntesis de los datos a nivel de composición de residuos sólidos municipales se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 44. Composición de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Chota

Composición de residuos sólidos municipales	%
Residuos Orgánico	54,61%
Madera, Follaje	5,49%
Papel	5,55%
Cartón	6,52%
Vidrio	1,81%
Plástico PET	1,81%
Plástico Duro	2,74%
Bolsas	6,95%
Cartón Multilaminado de leche y jugos (Tetra Pack)	0,97%
Tecnopor y similares	0,43%
Metal	0,50%
Telas, textiles	0,60%
Caucho, cuero, jebe	0,30%
Pilas	0,03%
Restos de medicinas, focos, etc.	0,06%
Residuos Sanitarios	5,76%
Residuos Inertes	4,29%
Otros	1,57%
Total	100,00%

La composición de los residuos sólidos municipales en el ciudad de Chota, está conformado por dieciocho (18) componentes, de los cuales el residuo orgánico es el componente con mayor cantidad 54,61%, es decir para poder realizar una buena gestión integral⁶² de los residuos sólidos se necesitaría un sistema de tratamiento⁶³ para la transformación y aprovechamiento de estos residuos, por el contrario si no se trataría adecuadamente, la descomposición de estos residuos más la combinación de los demás componentes generaría gran cantidad de lixiviados, que afectan la calidad ambiental del lugar donde se disponga finalmente estos residuos, tal como lo establece Cruz y Paredes (2014), en los resultados de su investigación demuestran que el botadero de residuos sólidos del ciudad de San marcos tiene un efecto considerable en el incremento de coliformes totales y termotolerantes debido a que superan el máximo rango establecido por los estándares de calidad ambiental.

Con respecto a los residuos que se podrían recuperar, reciclar o reutilizar, estarían conformados por: madera y follaje 5,49%, residuo orgánico 54,61%, papel 5,55%, cartón 6,52%, vidrio 1,81%, plástico PET 1,81%, plástico duro 2,74%, cartón multilaminado 0,97%, metal 0,50%, telas y textiles 0,60%, cuero y jebe 0,30%, sumarian un 80,30%, lo que indicaría que existe una gran fuente para reciclar⁶⁴ e implementar medidas de segregación en el origen. Tal como se muestra en el grafico siguiente.

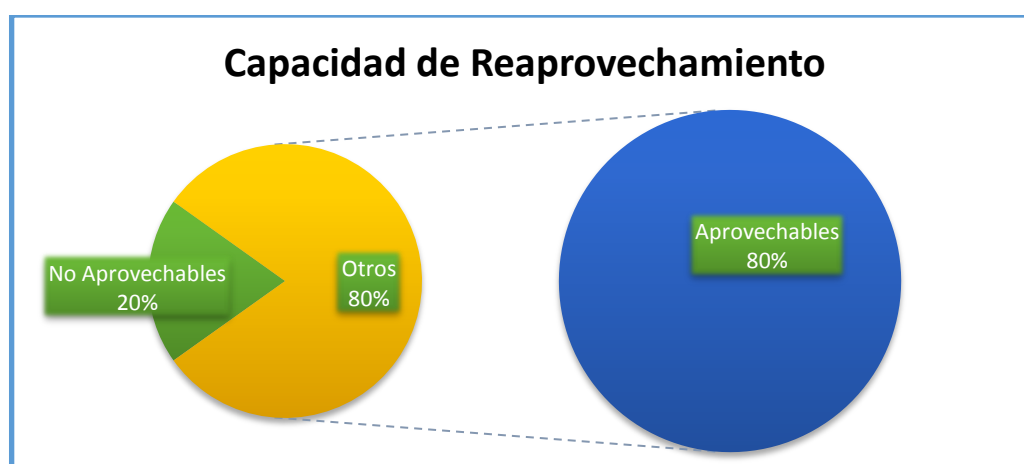


Figura 37. Capacidad de aprovechamiento de los residuos sólidos municipales.

⁶² D.S. N° 057-2004-PCM que aprueba el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314

Artículo 08° Autoridades Municipales

Distrital:

a) Asegurar una adecuada prestación de servicios de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos.

⁶³ Artículo 77° Objeto del tratamiento.

El tratamiento de los residuos, está orientado prioritariamente a reaprovechar los residuos y a facilitar la disposición final en forma eficiente, segura y sanitaria.

⁶⁴ Ley N°29419 – Ley que Regula la Actividad de los Recicladores.

Artículo 5°. Regulación Local.

5.1 La actividad de los recicladores es regulada por los gobiernos locales como entes rectores, en el marco de sus atribuciones. El régimen de regulación local se orienta a incorporar a los recicladores como parte del sistema local de gestión de residuos sólidos. Los gobiernos locales establecen normas de promoción de las actividades que realizan los recicladores, en coordinación con las asociaciones de recicladores registrados en su jurisdicción.

Otro aspecto importante resaltar es el componente cartón 6,52, % y papel 5,55%, indica que existe una potencial e importante fuente de ingreso económica para la población a través del acopio del reciclado y posterior venta a centros externos de procesamiento, tal como lo establece la Asociación Nacional de Fabricantes de Pastas, Papel y Cartón, en el año 2006 se reciclaron 2 125 000 toneladas de papel y cartón lo que supuso una tasa global de recuperación del 41%. En 2008 se recuperaron 2,6 millones de toneladas con una tasa de 44% de recuperación y sigue en aumento, consiguiendo beneficios tales como: Ahorro de energía (en torno al 70%) y agua (algo más de 85%) en el proceso; mayor aprovechamiento de materias primas; reducción de uso de reactivos químicos y la disminución de la producción de emisiones contaminantes de todo tipo y de residuos. (Orozco et al. 2003)

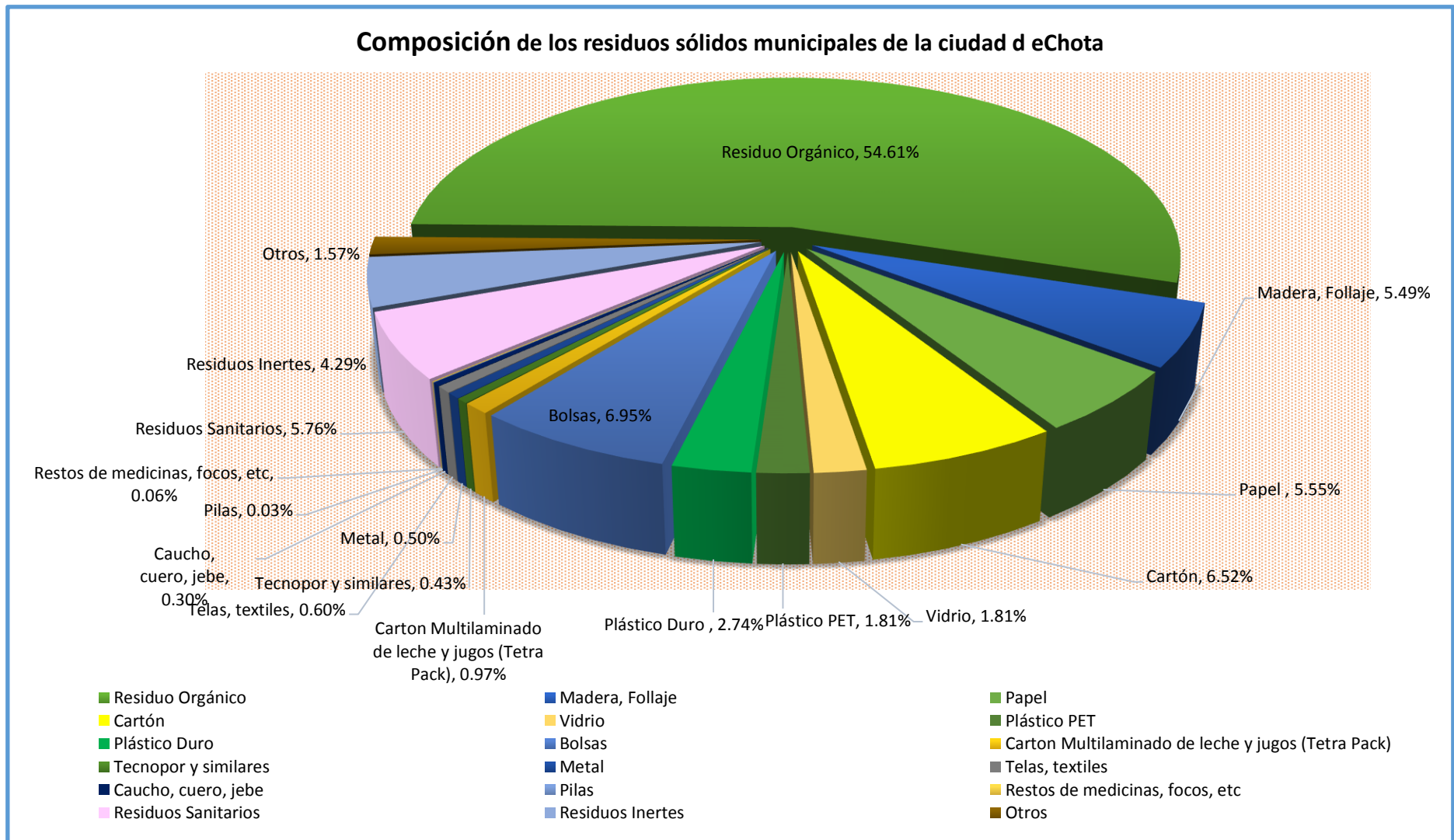


Figura 38. Composición de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Chota

- **Densidad de residuos sólidos municipales – ciudad de Chota.**

En relación al factor densidad obtenida a partir de los RSD, es de 149,18 kg/m³, en comparación con la densidad de los RSND, que es de 66,96 kg/m³, diferencias significativas que se presentan principalmente por la composición de los residuos en cada uno de los niveles domiciliario y no domiciliario, por un lado los residuos de los domicilio están constituidos en su mayoría por restos orgánicos en consecuencia mayor humedad, lo que permite tener una mayor peso en función al volumen ocupado, conocida como densidad natural de residuos, en caso de los RSND, la densidad es más baja principalmente porque la mayor parte están constituidos por plásticos cartones, papeles, latas y demás componentes con bajo contenido de humedad, lo que permite tener mayor volumen en relación al peso.

Finalmente, el promedio general de la densidad a nivel de RSM, es de 108,07 kg/m³, dato importante que permitirá dimensionar los recipientes adecuadamente para la recolección de los residuos en las vías públicas, así como los volúmenes de los equipos de recolección y transporte, las tolvas de recepción, cintas, capacidad de vertederos, entre otros. La reducción del volumen tiene lugar en todas las fases de la gestión de los residuos y se utiliza para optimizar la operación. Tal como lo manifiesta (Karen. et al 2004), los resultados de la investigación obtenidos con el aprovechamiento de 37,43% de residuos orgánicos para la producción de compost es el incremento de 1,9 años de vida útil del relleno sanitario además si se aumenta el nivel de compactación de los residuos de 112 kg/m³ a 360 Kg/m³ el incremento resulta de 3,40 años.

- **Humedad de residuos sólidos municipales de la ciudad de Chota.**

La humedad de los RSM, que se ha obtenido es de 60,37% esta característica se debe tener en cuenta en razón de su importancia en los procesos de compresión de residuos, producción de lixiviados, transporte, procesos de transformación, tratamientos de incineración y recuperación energética, y procesos de separación de residuos en planta de reciclaje. En los residuos urbanos, la humedad tiende a unificarse y unos productos ceden humedad a otros. Esta es una de las causas de degradación de ciertos productos higroscópicos como el papel, que pierde valor en los procesos mecánicos de reciclaje, sobre el reciclado en origen que evita este contacto. En áreas con altos contenidos de humedad atmosférica, la cantidad de residuos sólidos recolectados puede ser mayor a la de los producidos. Generalmente, la producción de residuos sólidos se expresa en base seca (Orozco et al. 2003)

Del mismo modo podemos darnos cuenta que más del 50% de constitución de los residuos generados en la ciudad de Chota es agua, permitiendo que los procesos de fermentación que

ocurren en el interior de los residuos se desarrollen aceleradamente generando la salida de aguas cargadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos, conocidos como lixiviados, es por ello que se debe de considerar que la manera de manejar los residuos sería a través de un relleno sanitario y una planta de tratamiento para residuos orgánicos, a fin de lograr evitar la degradación de los suelos y contaminación de los cuerpos de agua subterránea.

Así mismo es muy importante conocer el factor relacionado al contenido de humedad en los residuos, para el cálculo de balance de aguas y generación de lixiviados en el relleno sanitario. El potencial de formación del lixiviado puede valorarse mediante la preparación del balance hídrico, el cual implica la suma de todas las cantidades de aguas consumidas en las reacciones químicas, así como la cantidad que sale en forma de vapor y gases (dióxido de carbono y metano). La cantidad potencial de lixiviados es la cantidad de agua en exceso sobre la capacidad de retención de humedad del material en el relleno sanitario (Tchobanoglous et al 1994)

5.3. Contratación de la hipótesis.

Para poder contrastar la hipótesis de investigación, primeramente, se ha realizado la validación de la muestra, específicamente del nivel domiciliario, por ser el de mayor tamaño, representatividad y generador de la mayor cantidad de residuos, a partir del cual se deduce las demás propiedades físicas como densidad, composición, humedad.

5.3.1. Validez de la muestra preliminar

5.3.1.1. Análisis de las observaciones sospechosas

Como la muestra obtenida es de 73 muestras para el generador domiciliario, estamos ante el primer caso donde el tamaño de la muestra, determinado por $n > 30$, por lo tanto el análisis de las observaciones⁶⁵ sospechosas se debe hacer usando la distribución normal con una confianza de $1 - \alpha$. Para ello se procede a realizar los siguientes pasos:

- a. Ordenar los datos de la generación per cápita X_i de mayor a menor

Tabla 45. Ordenamiento de la Ppc (X_i) de mayor a menor

Nº	Cod. de vivienda	Generación Per capital Kg/persona/día
1	VEB-16	0,185
2	VEB-31	0,179
3	VEB-07	0,192
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
72	VEB-14	1,403
73	VEB-20	1,453
PROM		0,498
VAR		0,076
DESVEST		0,275

⁶⁵ **Observación sospechosa.** Se considera así a las viviendas que por diversas circunstancias no hayan entregado sus residuos diariamente, entreguen residuos acumulados de varios días o su participación es muy esporádica de 2 a tres días y en algunos casos no entregaron residuos más de dos días consecutivos.

b. Determinar el nivel de confianza que será igual a $1 - \alpha = 0,95 = 1,96$

c. Determinar el número de observaciones sospechosas a ser analizadas: $K \leq n/2$

$$K = \frac{73}{2} = 36,5 \quad ; K \leq 36; \quad \text{asumimos } K = 20$$

d. Determinar el intervalo de sospecha, para esto se debe calcular los límites: inferior y superior del intervalo. Es decir:

$$\text{Inf} = \lceil K/2 \rceil \quad \text{y} \quad \text{sup} = \lfloor n - (K/2) + 1 \rfloor \quad \dots \dots \dots (1)$$

Límite inferior = 10

Límite superior = 62

e. Para cada observación considerada como sospechosa, se debe calcular:

$$Z_c = \frac{|\bar{X} - X_{(i)}|}{S} \quad \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

\bar{X} = promedio general de la muestra Ppc

X_i = promedio total por día Ppc

S = desviación estándar de la muestra

Tabla 46. Determinación de observaciones sospechosas.

LIM	COD. VIVIENDA	X_i	$ \bar{X} - X_i $	Z_c
SUPERIOR	VEB-16	0,185	0,373	1,356
	VEB-31	0,179	0,321	1,164
	VEB-07	0,192	0,308	1,117
	VEA-12	0,240	0,260	0,943
	VEB-05	0,246	0,254	0,921
	VEA-03	0,258	0,242	0,877
	VEB-06	0,259	0,241	0,874
	VEB-17	0,263	0,237	0,859
	VEA-33	0,267	0,233	0,845
	VEB-28	0,276	0,224	0,812
SUPERIOR	VEA-28	0,616	0,118	0,428
	VEB-15	0,617	0,119	0,431
	VEB-22	0,645	0,147	0,533
	VEA-27	0,737	0,239	0,867
	VEB-08	0,756	0,258	0,936
	VEB-23	0,830	0,332	1,205
	VEA-21	0,917	0,419	1,521
	VEA-02	1,014	0,516	1,873
	VEA-05	1,084	0,586	2,128
	VEB-27	1,126	0,628	2,280
	VEA-19	1,142	0,644	2,338
	VEA-36	1,149	0,651	2,364
	VEB-14	1,403	0,905	3,287
	VEB-20	1,453	0,955	3,468

f. La observación sospechosa será rechazada si $Z_c > Z_{1-\alpha/2} = 1,96$

La vivienda con código VEA – 05 tiene un valor de $2,128 > 1,96$ sospechosa

La vivienda con código VEA – 19 tiene un valor de $2,338 > 1,96$ sospechosa

La vivienda con código VEA – 36 tiene un valor de $2,364 > 1,96$ sospechosa

La vivienda con código VEB – 14 tiene un valor de $3,287 > 1,96$ sospechosa

La vivienda con código VEB – 20 tiene un valor de $3,468 > 1,96$ sospechosa

La vivienda con código VEB – 27 tiene un valor de $2,280 > 1,96$ sospechosa

Todas estas observaciones sospechosas se eliminan de la base de datos y se recalcula nuevamente.

5.3.1.2. La Varianza

Como el valor de la varianza se ha asumido, se tiene que validar ya que este afecta al error del muestreo. Para esto se realiza el cálculo de un intervalo de confianza del 95% para la estimación de la varianza de la población esto es:

$$P \left(\frac{(n-1)S^2}{X^2(n-1, \alpha/2)} \leq \sigma^2 \leq \frac{(n-1)S^2}{X^2(n-1, \alpha/2)} \right) = 1 - \alpha \dots\dots\dots (3)$$

Donde n es el tamaño de muestra de viviendas seleccionadas, S^2 es la varianza de la muestra y $X^2(n-1, \Theta)$ es el valor de la abscisa de la distribución Chi-Cuadrado de n-1 grados de libertad asociada a la probabilidad Θ (siendo $\Theta = \alpha/2$; $1 - \alpha/2$) siempre y cuando $n \leq 30$, caso contrario se tiene que usar su aproximación, esto es:

$$X^2(n - 1, \theta) \equiv \frac{1}{2} [Z_{1 - \alpha} + \sqrt{2n - 1}]^2 \dots\dots\dots(4)$$

Entonces, en nuestro caso sería de la siguiente manera:

- $n = 73$ viviendas
- Promedio muestra = 0,498 kg/hab/día
- $S = 0,076$ kg/hab/día
- $S^2 = 0,275$ kg²/hab/día
- $\sigma^2 = 0,25$ kg/hab/día
- Nivel de confianza = 95%
- $Z_{1-\alpha} = 0.95$, $\alpha/2 = 0,025$, $1 - \alpha/2 = 0,975$

Aplicando la ecuación (4) Sera:

$$X^2(n - 1, \theta) \equiv \frac{1}{2} [Z_{1 - \alpha} + \sqrt{2n - 1}]$$

$$\begin{aligned} X^2_{(n-1, \alpha/2)} &= X^2_{(72, 0.025)} = \frac{1}{2} [Z_{0.975} + \sqrt{2(73) - 1}]^2 \\ &= 98.02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X^2_{(n-1, 1-\alpha/2)} &= X^2_{(72, 0.975)} = \frac{1}{2} [Z_{0.025} + \sqrt{2(73) - 1}]^2 \\ &= 50,81 \end{aligned}$$

Reemplazando en la ecuación (3)

$$P \left(\frac{(n-1)S^2}{X^2(n-1, \alpha/2)} \leq \sigma^2 \leq \frac{(n-1)S^2}{X^2(n-1, \alpha/2)} \right) = 1 - \alpha$$

$$P \left[\frac{(72)(0,275)}{98,02} \right] \leq \sigma^2 \leq \left[\frac{(72)(0,275)}{50,81} \right] = 0,95$$

$$(0,202 \leq \sigma^2 \leq 0,389)$$

$$P(0,201 \leq 0,25 \leq 0,389) = 0,95$$

Esto significa que la varianza asumida $\sigma^2 = 0,25$ kg/hab/día se encuentra entre los valores posibles para la varianza de la población con una certeza del 95%

5.3.1.3. La muestra

Una vez obtenido el tamaño de la muestra se realizó, la validación para asegurar que esta permita inferir en los parámetros de la población,

- Para nuestra investigación el tamaño de la muestra se determinó, asumiendo el valor de la varianza, estableciendo un error permisible y considerando un nivel de confianza, ($n = 73$). Para fines de su validación, a esta muestra la denominaremos como m.
- Luego para su validación se debe obtener el tamaño de muestra, usando la varianza obtenida con los datos de la muestra m. A este tamaño de muestra denominaremos n.

$$n = \frac{(1.96)^2(4818)(0.2)^2}{(4817)(0.061)^2 + (1.96)^2(0.2)^2}$$

$$n = 42$$

- Ahora bien, en la relación de estas dos muestras se presentan tres casos:
- Si $n > m$, se debe obtener de campo el número de unidades muestrales faltantes (determinados por la diferencia de $n - m$) para cumplir de esta manera con la confiabilidad deseada en el muestreo. Esta situación implica, que luego se tiene

que realizar una nueva estimación de la varianza, involucrando los elementos faltantes.

- Si $n = m$, no será necesario analizar más elementos para considera como valido el muestreo aplicado en este caso.
- Si $n < m$, se debe asumir como valido el valor de las muestras m y no se debe eliminar las supuestas unidades muéstrales sobrantes.

Luego comparamos los valores de m y n :

$m = 73$ y $n = 42$; entonces $n < m$; en consecuencia nos encontramos en el tercer caso; por consiguiente, debe asumir como valido el valor de las muestras m y no se debe eliminar las supuestas unidades muéstrales sobrantes.

En este sentido podemos afirmar que el muestreo realizado tiene un asertividad del 95%, lo que permite inferir sobre la población.

Sin embargo, como se tiene dos estratos A y B y cada uno tiene una producción per capital, el siguiente paso sería realizar las comparaciones de las media poblacionales entre dicho estratos a fin de determinar si existe o no significancia estadística.

5.3.1.4. Prueba de comparaciones de medias poblacionales de los estratos socioeconómicos – análisis de varianza

Se realizó esta prueba con la finalidad de verificar si existen diferencias significativas entre los estratos del sector domiciliario, pues cada estrato presenta diferencias numéricas en relación a la producción Percapita por persona, motivo por el cual sometemos la información recolectada a una prueba de hipótesis⁶⁶ para determinar si estadísticamente los valores encontrados en cada estrato son iguales o diferentes.

Para ello se ha seguido la siguiente metodología:

⁶⁶ Prueba de hipótesis. Se emplea para aceptar o rechazar la hipótesis nula a través de un enunciado lógico donde se indica que “las medias poblacionales de todos los estratos socioeconómicos muestreados son iguales” ($H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$) contra la hipótesis alternativa que “al menos un par de ellas son diferentes” ($H_1: \mu_h \neq \mu$)

Hipótesis Planteada:

Para la prueba de hipótesis se elaboró dos enunciados en relación a las medias poblacionales de cada estrato A y B

- ✓ **Hipótesis Nula (H₀):** las medidas de la población de los estratos socioeconómicos son iguales, representada de la siguiente manera:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

- ✓ **Hipótesis alternativa (H₁):** las medidas de la población de los estratos socioeconómicos son iguales, representada de la siguiente manera:

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

- ✓ **Nivel de significación:** $\alpha = 0,05$

- ✓ **Prueba estadística**

$$F = \frac{CMC}{CME} = \frac{0.035}{0.030} = 1,161$$

- ✓ **Valor crítico.**

$$F(C - 1, n - c, 1 - \alpha) = F(1, 64, 0.05) = 3,14$$

- ✓ **Regla de decisión**

Si $F_c > F(C - 1, n - c, 1 - \alpha)$ se rechaza H₀

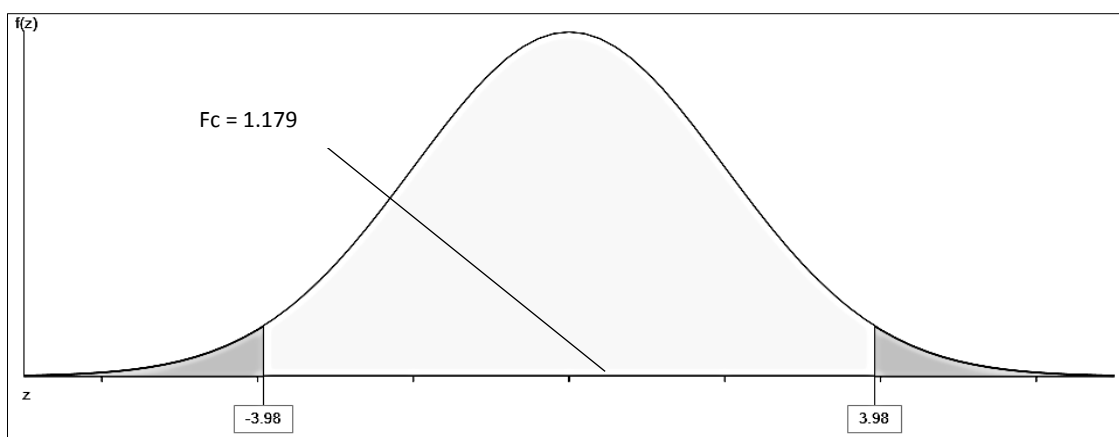
Tabla 47. Cantidad de datos de cada estrato

	Estrato A	Estrato B		
	0,414	0,371		
	0,258	0,314		
	0,587	0,614		
	1,084	0,330		
	0,320	0,246		
	0,510	0,259		
	0,541	0,192		
	0,431	0,756		
	0,434	0,400		
	0,542	0,339		
	0,240	0,550		
	0,369	0,281		
	0,472	0,436		
	0,326	0,617		
	0,388	0,125		
	0,319	0,263		
	0,324	0,379		
	0,321	0,497		
	0,917	0,449		
	0,460	0,645		
	0,411	0,830		
	0,421	0,463		
	0,370	0,303		
	0,292	0,486		
	0,737	0,276		
	0,617	0,298		
	0,562	0,548		
	0,587	0,179		
	0,414	0,365		
	0,338	0,325		
	0,267	0,318		
	0,460	0,577		
	0,405	0,446		
		0,559		
Resumen				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Estrato A	33	15,141	0,459	0,033
Estrato B	34	14,036	0,413	0,027

Tabla 48. Análisis de varianza

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,035	1	0,0354	1,179	0,2815	3,9886
Dentro de los grupos	1,952	65	0,0300			
Total	1,987	66				

De la tabla anterior podemos graficar la prueba estadística para visualizar mejor la decisión final, tal como se presenta en la figura siguiente:

**Figura 39. Grafica de la prueba de hipótesis**

✓ Decisión de la prueba.

Como el valor calculado se encuentra dentro del área de aceptación podemos concluir de la siguiente manera:

Se acepta la hipótesis nula: $H_0: \mu_1 = \mu_2$

En consecuencia se puede afirmar que los valores de las medidas de los estratos son iguales, esto quiere decir que en cualquier momento se podrá utilizar el mismo promedio de la generación de basura per cápita, para los estratos socioeconómicos de la población muestreada.

Finalmente podemos demostrar la validación de la hipótesis planteada, en cuanto al valor obtenido y el cálculo de la producción per capital que nos ha permitido determinar la cantidad de generación de residuos sólidos en la ciudad de chota, es asertivamente en un 95% lo que nos permite hacer inferencia estadística en la población estudiada.

5.4. Matriz de Consistencia Metodológica

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Fuente de recolección de datos	Metodología	Población y muestra			
<p>Pregunta general:</p> <p>- ¿Cuáles son las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, que contribuirán a un eficiente diseño del relleno sanitario, y su respectiva evaluación de los impactos ambientales de la ciudad de Chota?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>- Determinar las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, que contribuirá a un eficiente diseño del relleno sanitario, y su respectiva evaluación de los impactos ambientales de la ciudad de Chota</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>- La determinación de las propiedades físicas y geotécnicas de los residuos sólidos municipales, contribuirá a un eficiente diseño del relleno sanitario, y su respectiva evaluación de los impactos ambientales de la ciudad de Chota</p>	<p>- Caracterizar los componentes físicos de los residuos sólidos municipales.</p>	<p>- Cantidades de residuos sólidos domiciliarios</p>	<p>- Producción de residuos sólidos generados por los habitantes por día.</p>	<p>- Fichas de empadronamiento</p> <p>- Fichas de control para determinación de la cantidad de los residuos sólidos</p>	<p>Se utilizará la metodología de caracterización de residuos del MINAM</p>	<p>Población:</p> <p>La población considerada para los estudios son todas las viviendas del ámbito urbano y periurbano de la ciudad de Chota las cuales tienen una característica en común que permitirá estudiarla.</p> <p>Muestra:</p> <p>Se realiza el uso del muestreo estratificado proporcional, en donde se asegura que cada unidad muestral (vivienda y comercio) de un estrato tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.</p>			
				<p>- Cantidad de los residuos no domiciliarios</p>	<p>- Producción de los residuos sólidos a nivel de establecimiento comercial o institución pública o privada.</p>						
					<p>- Composición de los residuos sólidos domiciliarios</p>	<p>- Componente individual que constituyen los residuos sólidos domiciliarios</p>			<p>- Fichas de control para la determinación de la composición de los residuos domiciliarios y no domiciliarios.</p>	<p>- Se utilizará la metodología de caracterización de residuos del MINAM</p>	
<p>Preguntas específicas:</p> <p>¿Cuánto será la cantidad de residuo sólidos domiciliarios y no domiciliarios generados en la ciudad de Chota?</p>	<p>Objetivos específico</p> <p>- Determinar la cantidad de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios producidos en el ciudad de Chota</p>				<p>- Composición de los residuos no domiciliarios</p>	<p>- Componente individual que constituyen los residuos sólidos no domiciliarios</p>					
<p>¿Cuál será la composición física de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de Chota?</p>	<p>- Establecer la composición física de los residuos sólidos municipales generados en el ciudad de Chota</p>				<p>- Densidad de los residuos sólidos domiciliarios</p>	<p>- Cantidad de masa por volumen ocupado de residuo sólidos domiciliarios</p>			<p>- Fichas de control para la determinación de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios</p>	<p>- Se utilizará la metodología de caracterización de residuos del MINAM</p>	
<p>¿Cuál será la densidad de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de chota?</p>	<p>- Determinar la densidad de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de chota.</p>			<p>- Densidad de los residuos no domiciliarios.</p>	<p>- Cantidad de masa por volumen ocupado de residuo sólidos no domiciliarios</p>						
<p>¿Cuál será el contenido de humedad de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de chota?</p>	<p>- Fijar el contenido de Humedad de los residuos sólidos municipales generados en la ciudad de chota.</p>		<p>- Caracterizar el componente geotécnico de los residuos sólidos municipales.</p>	<p>- Humedad de los residuos sólidos municipales</p>	<p>- Porcentaje de peso del material húmedo</p>	<p>- Fichas de control para determinación de humedad de los residuos sólidos.</p>	<p>- Se utilizará la metodología de caracterización de residuos del MINAM</p>				

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema

Actualmente los residuos sólidos de la ciudad de Chota, son depositados en un botadero a cielo abierto, lugar que representan la acumulación inapropiada de residuos sólidos y un factor de riesgo sanitario y ambiental, convirtiéndose en un foco infecto contagioso para las poblaciones cercanas a dicho lugar. Se encuentra en una ladera poco empinada, viene funcionando desde el año 2008 hasta la actualidad y desde esa fecha se ha ido depositando los residuos sin ningún tipo de técnica o tratamiento, lo que ha permitido que en las parte baja se generen gran cantidad de lixiviados, contaminando dichos suelos y posiblemente las aguas subterráneas lo cual hace poco factible su posterior uso.

De este modo la propuesta para solucionar la problemática encontrada, es el diseño a nivel de expediente técnico y posterior construcción de un relleno sanitario manual, dentro del cual se incluya, planta de tratamiento de residuo orgánicos y planta de reciclaje, lo que permitirá una vez que el proyecto sea implementado, contar con un modelo de gestión de residuos sólidos integral, con aprovechamiento y disposición final respetando las exigencias de la normatividad vigente, que se refleje en la salud de la población y la mitigación de la degradación de la calidad ambiental del ciudad de chota.

El diseño se realizaría en base a los datos e información obtenidos en la presente investigación, que permitirá al personal técnico, desarrollar la estrategia de diseño en función a los componentes y características propias de los residuos sólidos municipales.

A continuación, se plantea un esquema general de las secuencias de actividades para la construcción del relleno sanitario.

Tabla 49. Secuencias de actividades para la construcción del relleno sanitario.

ETAPA	CARACTERISTICAS
A SELECCIÓN DE SITIO	Estudios para evaluación de áreas Consideraciones de selección de sitio de la infraestructura de Relleno sanitario Restricciones de ubicación Criterios técnicos para la selección de sitio factores de evaluación para la selección de sitio
B ADQUISICION DEL TERRENO	
C PROYECTO EJECUTIVO	
Estudios Básicos	Estudio demográfico Estudio de generación de residuos Informe topográfico Geotécnica - Mecánica de suelos Estudios Geohidrológico Estudios Geofísicos Estudios Geológicos Estudios de línea de base Estudios de calidad ambiental
Diseño del relleno Manual	Selección del método Calculo de la vida útil Diseño de la celda diaria Diseño del drenaje pluvial Diseño del drenaje de lixiviados Diseño del sistema de biogás
Construcción	Preparación del sitio Proceso constructivo <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de trincheras - Construcción de drenaje de lixiviados en trincheras - Construcción de drenaje de lixiviados en plataformas - Construcción de Celdas - Construcción e Chimeneas
Operación	Control de acceso Colocación de acceso Colocación y compactación de residuos Operación de la cobertura Operación de maquinaria en el relleno sanitario
Monitoreo	Gestión de aguas superficiales Control de fuego Control de plagas Control de materiales ligeros Control y monitoreo de lixiviados Control de monitoreo de gas Manejo de registro

Fuente: MIMAN 2010.

6.2. Costos de implementación de la propuesta

a. A nivel de técnico:

Los costos para implementar la propuesta estarían a nivel de elaboración del expediente técnico el cual se muestra a continuación:

Tabla 50. Costos de implementación de la propuesta técnica.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO MESES	PRECIO UNITARIO	TOTAL, S/.	
PERSONAL PROFESIONAL, TECNICO Y OTROS						
1,00	ING. AMBIENTAL	1,00	2,00	S/. 2 870,00	S/. 5 740,00	
	ING. CIVIL.	1,00	2,00	S/. 2 600,00	S/. 5 200,00	
	ING. AGRONOMO	1,00	1,00	S/. 1 800,00	S/. 1 800,00	
	ESPECIALISTA EN DESARROLLO SOCIAL	1,00	2,00	S/. 1 800,00	S/. 3 600,00	
	TOPOGRAFO	1,00	1,00	S/. 1 850,00	S/. 1 850,00	
	ESPECIALISTA EN GIS	1,00	1,00	S/. 2 150,00	S/. 2 150,00	
SUB TOTAL					S/. 20 340,00	
ESTUDIO DE CAMPO Y LABORATORIO						
2,00	ESTUDIO DE CARACTERIZACION	1,00	1,00	S/. 6 000,00	S/. 6 000,00	
	ESTUDIO DE SELECCIÓN DE SITIO	1,00	1,00	S/. 4 300,00	S/. 4 300,00	
	ESTUDIOS GEOFISICOS	1,00	1,00	S/. 6 400,00	S/. 6 400,00	
	ESTUDIOS GEOLOGICOS	1,00	1,00	S/. 3 890,00	S/. 3 890,00	
	ESTUDIOS TOPOGRAFICO	1,00	1,00	S/. 1 230,00	S/. 1 230,00	
	ESTUDIO GEOHIDROLOGICO	1,00	1,00	S/. 1 700,00	S/. 1 700,00	
	ESTUDIOS DE GEOTECNIA	1,00	1,00	S/. 2 500,00	S/. 2 500,00	
	LINEA DE BASE BIOLÓGICA (1)	1,00	1,00	S/. 1 360,00	S/. 1 360,00	
	ANALISI BASAL DE CALIDAD DE AIRE, RUIDO Y AGUA (2)	1,00	1,00	S/. 15 680,00	S/. 15 680,00	
	SUB TOTAL					S/. 43 060,00
CERTIFICACIONES PARA EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (GASTOS FIJOS)						
3,00	APROBACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (3)	1,00	1,00	S/. 1 346,91	S/. 1 346,91	
	CERTIFICADO CIRA	1,00	1,00	S/. 3 300,00	S/. 3 300,00	
	CERTIFICADO DE ZONIFICACION Y VIAS EMITIDO POR LA MUNICIPALIDAD	1,00	1,00	S/. 45,00	S/. 45,00	
	CERTIFICADO DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS SERNAMPE (4)	1,00	1,00	S/. 1 286,34	S/. 1 286,34	
	CERTIFICADO DE COMPATIBILIZACION DE USO EMITIDO POR LA MUNICIPALIDAD	1,00	1,00	S/. 320,00	S/. 320,00	
	INFORME DEL COMITÉ DE DEFENSA CIVIL REGIONAL PARA EL ANLISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA	1,00	1,00	S/. 480,15	S/. 480,15	
	INFORME DE OPINION FAVORABLE DE SELECCION DE SITIO	1,00	1,00	S/. 420,00	S/. 420,00	
	SUB TOTAL					S/. 5 851,49
	SUB TOTAL					S/. 69 251,49
	4,00	(2) GASTOS GENERALES	10,68		%	S/. 7 396,06
(3) UTILIDAD		10		%	S/. 6 925,15	
(4) IMPUESTOS		18		%	S/. 12 465,27	
PRESUPUESTO PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO					S/. 96 037,97	

b. A nivel de Gestión Municipal

La propuesta a nivel de gestión municipal comprende la implementación de diversas actividades que se tendrían que realizar a fin de solucionar la problemática a nivel de población, sectores domiciliarios y no domiciliario y municipio las cuales tendría que asumir la responsabilidad compartida en el manejo adecuado de los residuos sólidos en todo el ámbito de gestión.

Tabla 51. Implementación de la propuesta a nivel de gestión municipal.

COMPONENTE/ACTIVIDADES	TOTAL, S/.
1. Implementación del servicio de limpieza publica	55 970.00
1.1. Segregación del servicio de limpieza publica	34 620.00
1.2 Implementación del servicio de recolección en la fuente.	7 300.00
1.3. Implementación del servicio de recolección selectiva	14 050.00
2. Implementación de un programa de sensibilización a toda la población	79 941.00
2.1 Capacitación en temas de minimización y segregación de los residuos sólidos en la fuente	53 311.00
2.2 Sensibilización en temas de salud y ornato de la ciudad	12 950.00
2.3 Sensibilización en temas de cultura tributaria, pagos por servicios	13 680.00
3. Implementación de un programa de inducción general para el personal que labore en el SIGRES.	4 000.00
3.1 Diseño de técnicas de barrido y entrenamiento del personal de limpieza publica	1 400.00
3.2 Diseño de un programa de seguridad ocupacional en el SIGRES	800.00
3.2 Implementación de una data para el control de personal y formulación de indicadores técnicos	1 800.00
4. Implementación de equipo de protección personal para el SIGRES	26 240.00
5. Equipos y materiales	21 580.00
6. Implementación de actividades	51 240.00
Total S/.	187 731.00

6.3. Beneficios que aportara la propuesta.

Los beneficiarios directos serán la población de chota, quienes se beneficiarán del proyecto durante su ejecución como en la operación y mantenimiento, aproximadamente diez (10) años que es la vida útil proyectada del relleno sanitario. Así mismo de implementarse la propuesta, se reduciría significativamente los impactos ambientales negativos a causa de la generación de los botaderos que actualmente existen y su efecto en el medio ambiente, permitiendo de esta manera tener un lugar adecuado técnica, sanitaria y ambientalmente.

CONCLUSIONES

- ✓ La determinación de las propiedades físicas y geotécnicas a nivel de generación per cápita, cantidad total de residuo producidos por día, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos de la ciudad de Chota, permitirían a los técnicos diseñar el relleno sanitario, generar los indicadores técnicos operativos de gestión e implementar medidas correctivas para el mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos municipales de la ciudad.
- ✓ Se definieron dos estratos socioeconómicos para la presente investigación, siendo la generación per cápita de residuos a nivel de RSD en el estrato A es de 0,512 Kg/hab/día, en cambio para el estrato B es de 0,487 kg/hab/día, determinándose según el análisis realizado a través del ANVA de 0,498 kg/hab/día para la ciudad de Chota., y si comparamos con el indicador planteado por CEPIS/OPS/OMS, el cual indica que la generación de residuos a nivel de estratos socioeconómicos bajo, medio bajo y medio es de 0,35 – 0,75 kg/hab/día, situándonos en un rango aceptable, lo que significa que Chota tiene una relación directa entre el consumo y generación de residuos sólidos con la economía y desarrollo de la ciudad.
- ✓ La generación total de RSND es de 3 634 tn/día y la producción per cápita varía según giro de negocio, desde 0,556 kg/venta de artículos/día; 1,14 kg/bodega/día; 1,73 kg/ferretería/día; 0,868 Kg/panadería/día; 0,75 kg/puestos de ropa/día; 1,12 kg/librería o bazar y/o fotocopiadora/día; 1,65 Kg/entidad financiera/día; 0,143 kg/salón de belleza/día; 0,183 kg/cabina de internet/día; 4,89 kg/hotel/día; 5,99 kg/puesto de venta de alimentos/día; 1,29 kg/clínica o laboratorio y/o dental/día; 0,371 kg/consultorio médico/día; 1,00 kg/botica o farmacia/día; 6,095 kg/oficina administrativa pública o privada/día; 0,020 kg/alumno/día; 51,59 kg/vía pública/día; hasta 346,40 kg/mercado/día.
- ✓ La mayor cantidad de residuos generados a nivel de RSD, es la limpieza de vías públicas, lo cual se debería a una deficiente gestión por parte de la municipalidad en el tema de educación, sensibilización y fiscalización ambiental hacia la ciudadanía, repercutiendo, en el costo elevado que amerita el mantenimiento y limpieza de vías, plazuelas y áreas verdes de la ciudad

- ✓ En relación a la cantidad de residuos sólidos a nivel domiciliario es de 9 603 Kg/día o 9 603 tn/día y de 3 634,35 kg/día o 3,634 tn/día a nivel no domiciliario, determinando un total de 13 237 kg/día o 13,23 tn/día de residuos generados a nivel de residuos municipal en toda la ciudad de Chota.
- ✓ De las 13,23 tn/día generadas y según la ficha SIGERSOL del año 2014, la municipalidad de Chota reporta que tiene una cobertura de recolección de residuos del 81%, lo que significa que el 19 % o 2,52 tn/día, del total de residuos generados se estarían vertiendo en los ríos, quebradas, lugares descampados y puntos críticos de la ciudad, afectando el medio ambiente y la salud de la población Chotana.
- ✓ Con relación a la composición a nivel de RSD, los datos que mayor énfasis resultan son el componente residuo orgánico con 60,37%, seguido de residuos sanitarios integrado principalmente por restos de pañales con un 7,25%; madera y follaje 4,82% y bolsas plásticas con un 4,62%; a nivel de los RSND, el componente de mayor valor es el residuo orgánico con 41,16%; seguidamente cartón con 10,08%; papel 9,15%; bolsas plásticas 8,61%; plástico duro 5,37%; PET 3,63% y finalmente vidrio con 2,73%. Así mismo se ha obtenido datos a nivel de mercado, en donde el componente de residuo orgánico con 62,30 % es el mayor valor, seguidamente de madera y follaje con 7,47%; cartón 6,89%; bolsa plástica 7,63% y finalmente el componente papel con 4,93%.
- ✓ Debido a la cantidad de residuo orgánico que se ha podido determinar en relación al nivel domiciliario y no domiciliario, se puede afirmar que existe una fuente considerable de aprovechamiento de los residuos, la cual permitiría obtener ingresos significativos a la municipalidad si se implementaría una planta de tratamiento de residuos orgánicos, a través de la elaboración de humus. Indirectamente se reduciría el riesgo de contaminación de los suelos y aguas subterráneas, debido a la generación de lixiviado, ocasionado por el componente orgánico y a la capacidad de campo de los residuos sólidos.
- ✓ De la misma manera existe, una fuente considerable para el reciclado de productos a nivel de plástico, papel, cartón y vidrio, para lo cual se necesitaría la implementación de programas de segregación en la fuente y recolección selectiva y la formalización de recicladores. Contribuyendo de esta manera a formar puestos de trabajo hacia la colectividad y disminuyendo el riesgo de contaminación ambiental y salud de la población.

- ✓ La densidad obtenida a nivel de RSD, es 149 kg/m^3 y de los RSND $66,96 \text{ kg/m}^3$, determinando una densidad a nivel de RSM de $108,07 \text{ kg/m}^3$.
- ✓ En función a la densidad de los RSM, ($108,07 \text{ kg/m}^3$), es baja en comparación con los datos encontrados por (Carmona 2012) en el distrito de Jesús el cual asciende a $295,07 \text{ kg/m}^3$, esta diferencia puede deberse principalmente a la época del año donde se realizó la investigación, tanto verano como invierno. Para nuestro caso el estudio se realiza en época de verano donde los residuos se encuentran totalmente secos y no absorben humedad a nivel de precipitación tampoco del ambiente.
- ✓ Se puede determinar que la densidad encontrada de los residuos afecta significativamente los indicadores económicos de gestión, esto puede deberse principalmente que los residuos sólidos tienen mayor volumen en relación al peso generando que el vehículo encargado de la recolección (camión baranda), tiene que realizar de dos a tres vueltas desde la ciudad al botadero, lo cual ocasiona mayor gastos de combustible, para lo cual se puede estimar una solución y es adquirir un camión compactador de 10 m^3 , a fin de incrementar la densidad y por consiguiente se reduciría el volumen y aumentaría el peso, traduciéndose en mayor recolección de residuos, disminuyendo el número de viajes de la ciudad al botadero y el consumo de combustible.
- ✓ Así mismo con la densidad encontrada en la presente investigación ($108,07 \text{ kg/m}^3$) se puede establecer que los tachos para la recolección de residuos sólidos de las vías públicas, monumentos, parque y jardines, sean como mínimo de $0,42 \text{ m}^3$ para poder cubrir en su totalidad la limpieza de dichas zonas.
- ✓ En función a las propiedades geotécnicas (Humedad), se ha determinado valores a nivel RSD con un $61,92\%$, y de RSND con un valor de $58,82\%$, determinando un valor a nivel de RSM de $60,37\%$.
- ✓ El $60,37\%$ de humedad de los residuos sólidos municipales, determinaría que los procesos de fermentación que ocurren en el interior de los residuos se desarrollen aceleradamente generando la salida de aguas cargadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos, conocidos como lixiviados, es por ello que se debe de considerar que la manera de manejar los residuos sería a través de un relleno sanitario y una planta de

tratamiento para residuos orgánicos, a fin de lograr evitar la degradación de los suelos y contaminación de los cuerpos de agua subterránea en el lugar donde hoy se encuentra el botadero.

- ✓ Con los datos obtenidos de humedad, permitiría determinar el cálculo de balance hídrico y la generación de lixiviados en el diseño del relleno sanitario.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Chota lo siguientes aspectos a considerar:

- ✓ Utilizar la información plasmada en la presente investigación, a fin de poder plantear el diseño para la disposición final de los residuos sólidos generados de la ciudad de Chota, a nivel de expediente técnico, dentro del cual se debe de considerar áreas y aspectos técnicos relacionados a la construcción de un Relleno Sanitario⁶⁷ Manual⁶⁸, rango que le corresponde según la normativa y en función a la cantidad generada de residuos por día, la cual asciende a 13.23 tn/día. Del mismo modo consideran dentro del diseño una área para el tratamiento y/o aprovechar el componente orgánico a través de sistemas de tratamiento de los residuos sólidos, por tener éste componente el mayor valor (60,37%), lo cual permitirá tener fuente de ingresos económico a la institución y poder cumplir con la normativa, , tal como establece el Artº 17 del Decreto Supremo N° 057-2014-PCM, el cual se cita textualmente:

“Todo tratamiento de Residuos previo a su disposición final, será realizado mediante métodos o tecnologías compatibles con la calidad ambiental y la salud, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento y a las normas específicas. Salvo la incineración que se lleve a cabo cumpliendo con las normas técnicas sanitarias y de acuerdo a lo establecido en el artículo 47º del Reglamento, queda prohibida la quema artesanal o improvisada de residuos sólidos”.

De igual manera incorporar dentro del expediente técnico, partidas presupuestales a fin de poder considerar el tema de la segregación⁶⁹ en la fuente, el cual involucra la formalización de recicladores.

- ✓ Considerar para el cálculo de volúmenes y áreas en el diseño, una producción per cápita de 0,4980 Kg/hab/día. Lo que permitirá tener una confiabilidad de la información del 95%, lo que garantizaría el éxito del proyecto.

⁶⁷ D.S. 057-2004-PCM Reglamento de la Ley 27314, Ley General de Residuo Sólidos.

Artículos 82º.- Disposición Final.

La disposición final de residuos del ámbito de gestión municipal se realiza mediante el método de relleno sanitario. La disposición final de residuos del ámbito de gestión no municipal se realiza mediante el método de relleno de seguridad.

⁶⁸ Art. 83. Clasificación de Infraestructura de Disposición Final.

Relleno sanitario manual; cuya capacidad de operación diaria no exceda a veinte (20) TM

⁶⁹ Art. 16º Segregación

La segregación de residuos sólidos solo está permitida en la fuente de generación o en instalaciones de tratamiento operadas por una EPS-RS o una Municipalidad, en tanto ésta sea una operación autorizada, o respecto de una EC-RS cuando se encuentre prevista la operación básica de acondicionamiento de los residuos previa a su comercialización.

- ✓ A fin de poder ejecutar una buena inversión en los proyectos de reciclaje, se recomienda realizar un estudio a mayor detalle del flujo de masas en los componentes de los RSND, lo que permitiría tomar las mejores decisiones en función a los resultados del estudio, sin embargo, la información presentada en esta investigación sirven de base para poder fundamentar y tener una visión general de lo planteado.
- ✓ Realizar campañas de sensibilización en la población, a fin de poder revertir la deficiente gestión por parte de la municipalidad en el tema de educación, sensibilización y fiscalización ambiental hacia la ciudadanía, repercutiendo, en el costo elevado que amerita el mantenimiento y limpieza de vías, plazuelas y áreas verdes de la ciudad y cumplir con la normatividad tal como lo establece el Artº 43 del decreto legislativo Nº 1065 de la Ley General de Residuos Sólidos, el cual se cita textualmente.

“Las autoridades sectoriales y municipales establecerán condiciones favorables que directa o indirectamente generen un beneficio económico, en favor de aquellas personas o entidades que desarrollen acciones de minimización, segregación de materiales en la fuente para su aprovechamiento, o de inversión en tecnología y utilización de prácticas, métodos o procesos que coadyuven a mejorar el manejo de los residuos sólidos en los sectores económicos y actividades vinculadas con su generación, segregación de materiales en la fuente para su aprovechamiento, o de inversión en tecnología y utilización de prácticas, métodos o procesos que coadyuven a mejorar el manejo de los residuos sólidos en los sectores económicos y actividades vinculadas con su generación”.

- ✓ Ampliar el nivel de cobertura de recolección de residuos sólidos, el cual involucra nuevo diseño de rutas de recolección e implementación de sistemas de recolección fija en lugares donde no se tiene fácil acceso, con el objetivo de poder recolectar el 19% de residuos que hasta la fecha de hoy se estarían vertiendo en los ríos, quebradas, lugares descampados y puntos críticos de la ciudad, afectando el medio ambiente y la salud de la población Chotana.
- ✓ Considerar en el diseño del relleno sanitario, a nivel de la densidad de residuos sólidos un rango de 350 – 450 Kg/m³ para los residuos compactados, cuyos rangos es el establecido para residuos sólidos recolectados en camión compactador, sin embargo si esto no fuera el caso utilizar 108,07 Kg/m³ para la densidad de los residuos recolectados en camión baranda. Puntualizando que este dato fue calculado en época de verano. Así mismo utilizar en el diseño para el cálculo del área proyectada una densidad de residuos compactados de 450 a 550 Kg/m³ y una altura promedio de elevación de talud de 4,0 m.

- ✓ Para los contenedores utilizados en la recolección de residuos sólidos de las vías públicas, monumentos, parque y jardines, serán como mínimo de 0.42 m³ para poder cubrir en su totalidad la limpieza de dichas zonas.
- ✓ Para el diseño de las pozas de lixiviación y balance hídrico, manejar como dato de humedad de los residuos sólidos el 60, 37%, y utilizar para dicho calculo los métodos de contenido de humedad y método suizo, Lo que permitirá dimensionar adecuadamente la poza de lixiviación, además considerar un borde libre de 50 cm.
- ✓ Finalmente integrar al sistema de manejo del residuo sólido municipales los residuos de construcción, debido a que se ha podido identificar en la ciudad que son causantes para generar puntos críticos y a partir de ello focos infectos contagiosos para la población aledaña a estos. Esto se establece en el Reglamento para la Gestión y Manejo de los residuos de las actividades de Construcción y Demolición, aprobado por D.S. N° 003-2013-VIVIENDA. Donde se estable lo siguiente:

Art. 19°.- Prohibición de abandono de residuos en lugares no autorizados.

“Está prohibido el abandono de residuos en bienes de dominio público: playas, Plazas, parques, vías, caminos, áreas reservadas, bienes reservados y afectados en uso a la defensa nacional; áreas arqueológicas, áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento, cuerpos de agua, marinas y continentales, acantilados.....”

“Los materiales provenientes de obras de infraestructura tales como construcción o reconstrucción de calles, aceras, obras de agua y alcantarillado y demás redes técnicas, solo permanecerán en la vía pública el tiempo en proporción a la intervención, según criterios similares a las obras de construcción civil, y debidamente autorizados por la autoridad municipal correspondiente”.

“La transgresión a las disposiciones contenidas en el presente artículo, serán materia de sanción por parte de la autoridad municipal competente, sin perjuicio de las competencias y funciones ejercidas por otras instituciones”

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEMA (Agencia Europea del Medio Ambiente). 2011. Residuos y recursos materiales. España, ES. 64 p.
- Alva, K; Chávez, G y Velásquez, A. 2004. Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos de la ciudad de Celendín. Tesis Ingeniería. Ambiental. Perú, PE. Universidad Nacional de Cajamarca. 97p.
- Arenas, J. 2006. Diagnostico nacional de la gestión ambiental de los residuos sólidos. Consultoría realizada para la Defensoría del Pueblo. 14p.
- Buenrostro, D. 2001. Análisis de la generación y composición de residuos sólidos urbanos: Los residuos Sólidos Municipales perspectivas desde la investigación Multidisciplinaria. Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Morelia. México, MX. 91p.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) 2007. Guía para la evaluación de impacto ambiental de Proyectos de Residuos Sólidos. 98p.
- BM (Banco Mundial) a solicitud del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) 2007. Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible. Unidad de Desarrollo Sostenible Región de América Latina y el Caribe. 36p
- Carmona, Santiago. 2012. Situación actual de los residuos sólidos domiciliarios en la zona urbana del distrito de Jesús. Tesis. Maestría. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Postgrado. Mención: Planificación para el desarrollo. Cajamarca, Perú.
- CEDEPAS (Centro Acuménico de Promoción y Acción Social, PE); MPC (Municipalidad Provincial de Celendín, PE). 2000. Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos en la ciudad de Celendín: Estudios técnicos de base, Celendín. Perú. 108p.
- CONAM (Consejo Nacional de Ambiente); CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente); OPS (Organización Panamericana de la Salud) 2004. Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima, Perú.

Congreso de la Republica. 2000. Ley General de Residuos Sólidos.

Congreso de la Republica. 2004. Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.

Coasaca, J. 1992. Manual de Tecnologías Apropriadas para el Manejo de Residuos Sólidos OACA, España. 55p.

Cruz cerna, Rosmery y Valentín Paredes Oliva. 2004. Efecto del botadero de residuos sólidos sobre la calidad microbiológica del agua de los ríos Hayoamba y Cascasen – San Marcos – Cajamarca. Tesis. Maestría. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Postgrado. Mención: Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

Eguizábal B, R. 2008. Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual (en línea). Lima, PE. MINAM. Consultado 11 nov. 2015. Disponible en http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/guia_de_relleno_sanitario_manual.pdf.

Estrada Pérez, Lastenia y Corpus Cerna Cabrera. 2010. Eficiencia del tratamiento de residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca. Tesis. Maestría. Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Postgrado. Mención: Gestión Ambiental y Recursos Naturales. Cajamarca, Perú.

Jaramillo, H; Zapata, M. 2008. Aprovechamiento de Los Residuos Sólidos Orgánicos En Colombia. Tesis. Universidad de Antioquia. Facultad de ingeniería posgrados de ambiental especialización en gestión ambiental. Consultado en Mayo del 2014. Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

López Rivera, Natalia Cecilia 2009. Propuesta de Programa para el manejo de los Residuos Sólidos en la Plaza de Mercado de Cerete, Cereabastos – Córdova. Tesis. Maestría. Universidad Pontificia Javeriana Bogotá. Facultad de estudios Ambientales y Rurales. Mención: Gestión Ambiental. En la web, <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/eambientales/tesis64.pdf> (consultado el 10 de febrero del 2016)

- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2014. Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal. Lima, PE. 238 p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2010. Cuarto informe Nacional de la Situación Actual de la Gestión de Residuos Sólidos Municipales y no Municipales. Lima, PE. 178p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente) 2014, Guía metodológica para la elaboración del estudio de caracterización de residuos sólidos. Lima, PE. 40-44p
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas) 2014, Guía para la elaboración de proyectos de Residuos Sólidos Municipales a nivel de perfil. Lima, PE. 245p.
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas) 2008. Guía general de Identificación, Formulación y Evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil. Lima, PE. 194p
- McCreanor 2002. Physical, Chemical, and Biological Properties of MSW. Compendiado en: Arenas, J. 2006. Diagnostico nacional de la gestión ambiental de los residuos sólidos. Consultoría realizada para la Defensoría del Pueblo. 21p.
- Ortíz, J. 1999. Estudio de aseo Urbano en la Ciudad de Celendín. Perú, PE. 140 p.
- Orosco Barrenetxea, Carmen; Pérez Serrano, Antonio; Gonzales Delgado M^a Nieve; et al. 2003. Contaminación Ambiental: Una visión desde la química, España: Tomsomp Editores. PE. 677p
- Rabanal Díaz, Walter. 2010. Gestión Ambiental para el Manejo de Residuos Sólidos con Ecoeficiencia de Celendín 2010. Perú, PE. 81 p
- Roben E. 2002. Diseño, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. DED/Municipalidad de Loja, Ecuador, EC. 5 p.
- Sandoval A, L. 2008. Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado (en línea). Lima, PE. MINAM. Consultado 20 oct.2015. Disponible en:http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/guia_de_relleno_sanitario_mecanizado.pdf.
- SEDUE (Secretaría de desarrollo Urbano y Ecología). 2008. Metodología para el manejo de residuos sólidos. España, ES. Consultado el 24 de setiembre del 2013. Disponible en [http://: www. Eula.udec.cl](http://www.Eula.udec.cl).

Tchobanoblous, G; Theisen, H; Vigil, S. 1994. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Trad. JI Tejero. 1 ed. España, ES. McGraw-Hill. 2 v.

Trejo, R. 1999. Procesamiento de la basura urbana. México, MX. Trillas. 238 p.

US-EPA (40 CFR 260.10) United States - Environmental Protection Agency (agencia de los Estados Unidos para la protección ambiental.).