

MÉTODOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS COMO BASE PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS DOMICILIARIOS



Keller Sánchez Dávila
Andi Lozano Chung



**EDITORIAL
KUNTUR**

Métodos de manejo de residuos sólidos como base para la gestión de desechos domiciliarios / Keller Sánchez Dávila - Andi Lozano Chung. La Paz: Editorial Kuntur, 2024

98 pp.

ISBN: 978-9917-639-08-4

1. Residuos sólidos, 2. Desechos domiciliarios, 3. Manejo de residuos sólidos

Métodos de manejo de residuos sólidos como base para la gestión de desechos domiciliarios

Depósito legal: 4-1-2763-2024

ISBN: 978-9917-639-08-4

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10982473>

@ Keller Sánchez Dávila

@ Andi Lozano Chung

Edición

Editorial Kuntur

Diseño de carátula y composición:

Editorial Kuntur

Edición electrónica:

Editorial Kuntur

© Editorial Kuntur

La Paz, Bolivia

www.editorialkuntur.com

Editado en Bolivia/ *Published in Bolivia*

Primera Edición: abril de 2024

Todas nuestras publicaciones son sometidas a un proceso de arbitraje doble ciego de pares externos (*Peer Review Double Blind*).

Queda prohibida la reproducción bajo cualquier modalidad de toda o una parte de esta obra sin autorización expresa del titular de los derechos.



Licencia *Creative Commons* Reconocimiento - NoComercial - SinObrasDerivadas 3.0 Unported License

MÉTODOS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

COMO BASE PARA LA GESTIÓN DE DESECHOS DOMICILIARIOS

Keller Sánchez Dávila
Andi Lozano Chung



**EDITORIAL
KUNTUR**

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

RESIDUOS SÓLIDOS: CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS	14
1.1 Un marco conceptual de los desechos sólidos	15
1.2. Tipología elemental de los residuos sólidos	16
1.2.1. Por su origen	16
1.2.2. De acuerdo con el grado de peligro.....	17
1.2.3. Por su naturaleza.....	18
1.3. Una clasificación de los residuos sólidos, según su gestión	19
1.3.1. Residuos de gestión municipal	20
1.3.2. Residuos de gestión no municipal.....	23
1.4. Los residuos domiciliarios: características medulares	24

CAPÍTULO II

UN RECORRIDO GENERAL POR LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	26
2.1. ¿Qué se comprende por gestión de los residuos sólidos?	27

2.2. Implicaciones sobre una gestión integral de los residuos sólidos.....	29
2.2.1. Un marco legal sobre la gestión ambiental y los residuos sólidos.....	32
2.2.2. La gestión de los desechos domiciliarios	33
2.2.3. Problemas notables en torno a la gestión de los residuos sólidos	34
2.3. Etapas del Sistema de Gestión de los Residuos Sólidos.....	34
2.4. Los residuos sólidos en instituciones durante la crisis sanitaria COVID-19	36

CAPÍTULO III

MÉTODOS PARA MEJORAR EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	38
---	----

3.1. Conceptos generales sobre el manejo de los residuos sólidos.....	39
3.1.1. Segregación de residuos sólidos	40
3.1.2. Tratamiento de residuos sólidos	41
3.1.3. Comercialización de los residuos sólidos	42
3.2. Métodos para el manejo de residuos sólidos: aspectos conceptuales	43
3.3. Notorios métodos químicos para el manejo de los residuos sólidos.....	44
3.4. Métodos para la modificación física de los residuos sólidos	47

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS MÉTODOS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MANEJO DE DESECHOS DOMICILIARIOS EN CUÑUMBUQUI, EN 2018.....	52
--	----

4.1. Objetivos	53
4.2. Hipótesis	53
4.3. Variables y su operacionalización.....	54
4.4. Tipo y nivel de la investigación	55
4.5. Población, muestra y muestreo.....	56
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	56
4.7. Procedimiento	57

4.8. Métodos y análisis de datos.....	57
4.9. Resultados.....	58
4.10. Discusión	70
4.11. Conclusiones	72
4.12. Recomendaciones	73

CAPÍTULO V

PROPUESTA: UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS QUE MEJORA EL MANEJO DE LOS DESECHOS DOMICILIARIOS A TRAVÉS DE MÉTODOS	175
--	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
---------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	
<i>Código de colores para los residuos del ámbito municipal</i>	22
Tabla 2	
<i>Código de colores para los residuos del ámbito no municipal</i>	23
Tabla 3	
<i>Segregación de residuos sólidos</i>	41
Tabla 4	
<i>Tipo de equipo usado para la reducción mecánica de tamaño</i>	46
Tabla 5	
<i>Etapas de la descomposición anaeróbica</i>	48
Tabla 6	
<i>Ventajas y desventajas de la incineración de residuos sólidos</i>	49
Tabla 7	
<i>Ventajas y desventajas de la pirólisis</i>	50
Tabla 8	
<i>Ventajas y desventajas de la gasificación</i>	51
Tabla 9	
<i>Operacionalización de variables</i>	54
Tabla 10	
<i>Dimensión segregación domiciliaria</i>	58
Tabla 11	
<i>Dimensión tratamiento</i>	59
Tabla 12	
<i>Dimensión comercialización</i>	60

Tabla 13	
<i>Características del manejo de desechos domiciliarios</i>	61
Tabla 14	
<i>Dimensión: producción de residuos sólidos</i>	62
Tabla 15	
<i>Dimensión almacenamiento</i>	63
Tabla 16	
<i>Dimensión recolección.....</i>	64
Tabla 17	
<i>Dimensión recuperación</i>	65
Tabla 18	
<i>Dimensión transferencia y transporte</i>	66
Tabla 19	
<i>Dimensión disposición final</i>	67
Tabla 20	
<i>Nivel de Sistemas de gestión de residuos sólidos</i>	68
Tabla 21	
<i>Validación de propuesta.....</i>	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	
<i>México: generación anual de RSU por tamaño de localidad 2001-2012</i>	<i>27</i>
Figura 2	
<i>Sistema de Gestión Integrado</i>	<i>30</i>
Figura 3	
<i>Subdivisiones de la gestión integral ligada a los cuatro grupos de residuos en el contexto normativo colombiano</i>	<i>31</i>
Figura 4	
<i>Jerarquía de la gestión de residuos</i>	<i>36</i>
Figura 5	
<i>Promedio de la composición de los residuos sólidos a nivel mundial</i>	<i>40</i>
Figura 6	
<i>Dimensión segregación domiciliaria</i>	<i>58</i>
Figura 7	
<i>Dimensión tratamiento</i>	<i>59</i>
Figura 8	
<i>Dimensión comercialización</i>	<i>60</i>
Figura 9	
<i>Valoración de la variable manejo de desechos sólidos</i>	<i>61</i>
Figura 10	
<i>Dimensión producción de residuos sólidos</i>	<i>62</i>
Figura 11	
<i>Dimensión almacenamiento</i>	<i>63</i>
Figura 12	
<i>Dimensión recolección</i>	<i>64</i>

Figura 13	
<i>Dimensión recuperación</i>	65
Figura 14	
<i>Dimensión transferencia y transporte</i>	66
Figura 15	
<i>Dimensión disposición final</i>	67
Figura 16	
<i>Nivel de Sistemas de gestión de residuos sólidos</i>	68

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental puede ocurrir por la existencia de gases, polvo, humo, sustancias geoquímicas, metales tóxicos, radiación, calor, organismos bióticos y ondas sonoras, dado que estos elementos perjudican al humano mediante el cambio climático u otros organismos. Esta contaminación puede presentarse en el aire, agua, suelo, ruido, temperatura y la radiación; además, es un peligro para los ecosistemas y la salud (Meo, 2021).

Desde la antigüedad, la contaminación ambiental ya era una realidad que podía surgir a partir de la interacción entre los diversos organismos y su medio ambiente. Con el tiempo, el hombre se ha convertido en uno de los seres vivos que más contribuye con el incremento del nivel de contaminación, debido a sus múltiples actividades. A causa de ello, han surgido diferentes iniciativas que buscan reducir la contaminación.

Esta contaminación ambiental puede verse fortalecida por el incremento de residuos sólidos en el planeta. Los residuos sólidos —de acuerdo con Galvis (2016)— son materiales que han sido puestos en abandono por su productor o dueño y que han surgido por medio del desarrollo de procesos de fabricación, modificación, utilización, consumo y limpieza.

Debido a este efecto negativo de los residuos sólidos, varias naciones cuentan con un modelo de gestión y manejo de tales residuos, el cual busca que se realice un uso apropiado de cada residuo y se alcance un desarrollo sostenible, considerando el cuidado ambiental. Esta gestión es fundamental para evitar que los residuos sólidos lleguen a estacionarse en lugares, donde se desarrollan ecosistemas, como el mar, ríos, bosques, desiertos y otros más.

Un sistema que implique esta gestión de residuos sólidos está diseñado con el propósito de crear un escenario de protección al medio ambiente y donde las condiciones de vida sean mejores. Cuando esta gestión se torna inapropiada,

puede causar múltiples daños a las ciudades y a sus habitantes. Estos daños pueden relacionarse con la salud humana, el medioambiente y la socioeconomía (Agencia de Protección Ambiental, EPA, 2020). Por tanto, la gestión que se le brinde a los residuos sólidos debe contemplar actividades adecuadas a fin de contribuir con la preservación de los recursos bióticos y abióticos de la esfera azul.

Esta gestión puede precisar de métodos que estén enfocados en mejorar el manejo de los residuos sólidos, específicamente de los desechos generados en los hogares, a fin de generar un mejor tratamiento y comercialización de los residuos domiciliarios que pueden ser reutilizados.

De lo anterior, destaca el manejo de los residuos sólidos. Este manejo es todo ese aglomerado de acciones dedicadas a influenciar en cada etapa de vida de un residuo. Este manejo está ligado a la gestión de residuos sólidos, por ello, también abarca etapas de recolección, transporte y disposición final de los mismos (Jiménez, 2015). Todo este conjunto de actividades, a su vez, se implementa de métodos de manejo que posibilitan un mejor tratamiento de los residuos sólidos.

Los métodos de tratamiento y de explotación de los residuos sólidos pueden ser el reciclaje, métodos biológicos (producción de biogás), la incineración, la disposición en vertederos e, incluso, la conversión a electricidad y otros más. Estos métodos son utilizados dentro de la gestión de los residuos (Segura et al., 2020). Al servir en la gestión, es evidente que forman parte esencial en el manejo de los residuos sólidos y de los desechos domiciliarios.

Por tanto, es evidente que la gestión y el manejo de los residuos sólidos, con atención en los desechos domiciliarios, son dos procesos esenciales en la gestión pública realizada por las diversas autoridades municipales, locales y regionales, dado que dichos procesos son determinantes para identificar el nivel con que la acumulación de residuos puede impactar en el ambiente.

Para lograr que la gestión y el manejo de los residuos se optimicen, es necesario que se diseñe e implemente un proyecto estratégico que coopere con la mitigación de los impactos ambientales negativos. En el caso peruano, se han incorporado estrategias institucionales y reguladoras que benefician a la gestión de los residuos sólidos y al medio ambiente (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2017). Estas estrategias pueden ser la implementación de métodos que modifiquen a los residuos de manera apropiada para su futura

comercialización.

Por todo lo señalado, es vital tener nociones esenciales sobre los residuos sólidos y sus características, la gestión de estos residuos, los métodos que permiten mejorar el manejo de dichos residuos y un modelo estratégico (a modo de propuesta) que sirve para aplicarse en las instituciones gubernamentales.

CAPÍTULO I

RESIDUOS SÓLIDOS: CONCEPTOS Y CARACTERÍSTICAS

Los residuos sólidos, de acuerdo con Kwabena et al. (2020), son sustancias, materiales y productos que una persona natural desea eliminar después de haber realizado su uso. Estos elementos deben ser recogidos por un recolector de residuos —aprobado por ecologistas y por organismos gubernamentales—, quien debe elegir el método de procesamiento en función de las propiedades y el origen de los residuos. Por otro lado, desde las perspectivas ecológicas desarrolladas en el siglo XXI, solo una pequeña parte se deposita en un vertedero, mientras que el resto se recopila para un nuevo uso.

El manejo de los residuos sólidos se expresa en acuerdos, como el Convenio de Londres, con el objetivo de controlar la eliminación desmedida de materiales que arriesgan la salud humana, los organismos marinos, el medio y las actividades marítimas. En la década de 1970, los países del Primer Mundo se enfocan en una revisión sistemática de los componentes fisicoquímicos que se vierten en los suelos, en las fuentes hídricas y al aire. Para efectuar el cumplimiento, se debe realizar distinciones técnicas de los niveles de toxicidad de los elementos desechados (Jambeck et al., 2018).

El capítulo tiene la finalidad de presentar las definiciones básicas del campo léxico de desechos sólidos. Se considera que conocer nociones como que el residuo más fácil de tratar es el que no se ha producido, posibilita la toma de políticas



respecto al ecodiseño y las estrategias de reducción en origen y reciclaje (Bertolucci et al., 2019). Respecto a los agentes dañinos, se acota que el principio económico de reparaciones civiles de las instituciones contaminantes contribuye al tratamiento de estos últimos al final de los procedimientos industriales. Los académicos y gestores gubernamentales deben generar mecanismos de prevención que permiten la interacción entre los ciudadanos.

1.1. Un marco conceptual de los desechos sólidos

Los desechos sólidos, de acuerdo con Dilkes-Hoffman et al. (2019), son los conjuntos de sustancias que se arrojan en un espacio físico determinado después de efectuarse su uso, o después de que haya perdido su valor, se evidencien defectos y no tenga un uso válido para una finalidad específica. Los desechos sólidos se constituyen mediante procesos físicos y psicológicos que permiten el desarrollo de estrategias para los desechos sólidos municipales. Los procedimientos relacionados con la gestión de residuos se explicita mediante un reordenamiento de los métodos más preferidos a los menos preferidos en función de su solidez ambiental, esto es, se reducen la fuente y la reutilización; reciclaje o compostaje; recuperación de energía; tratamiento y eliminación.

Los elementos funcionales de recogida de desechos sólidos constituyen no solamente el conjunto de procedimientos delimitados en la recepción maquinada de los residuos sólidos y materiales reciclables, sino también el transporte de estos materiales, después de la recogida, hasta el lugar donde se vacía el vehículo de recogida. La serie de fases de manejo de los residuos sólidos se clasifican en acciones como el procesamiento de materiales, un proceso de transferencia o la solidificación de los componentes fisicoquímicos de alimentos, insumos y de desechos industriales. La manipulación y separación de residuos implica actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que los residuos se colocan en contenedores de almacenamiento para su recogida (Haupt et al., 2018).

Los desechos sólidos se emplean para generar energía, debido a que se han desarrollado tecnologías que los procesan mediante la captura, combustión, pirólisis, gasificación y gasificación por arco de plasma de gas de vertedero. Si bien las plantas de incineración de desechos más antiguas emitían muchos contaminantes, los cambios reglamentarios recientes y las nuevas tecnologías han reducido significativamente esta preocupación. Las agencias ecológicas y gubernamentales se encargan de reducir las emisiones de dioxinas de las instalaciones de conversión de desechos en energía. Organismos científicos toman nota de los avances y de las vicisitudes, a partir de los procedimientos de conversión de residuos en energía como fuente de energía con menos impacto ambiental que



casi cualquier otra fuente de electricidad (Wienchol et al., 2020).

1.2. Tipología elemental de los residuos sólidos

Los residuos sólidos se clasifican de acuerdo con diversas tipologías. Para ello, de acuerdo con De Morais et al. (2018), se caracteriza con precisión los residuos y los flujos es decisivo para la elección de las formas de recogida, clasificación, transporte y tratamiento de estos residuos, en lo que respecta a cuestiones, normativas e inversiones de salud climática y ambiental. El conocimiento de los residuos domésticos es un requisito previo importante para los programas comunitarios de gestión y prevención de residuos, en particular porque el contenido de los residuos domésticos cambia estacionalmente y varía según el hogar, la región y la hora.

Una caracterización óptima permite una mejor evaluación de los impactos ambientales de estas opciones (en particular para la incineración y eliminación en vertederos). Este procedimiento metodológico se desarrolla con el análisis de residuos domésticos estandarizado. Los organismos institucionales crean un conjunto de herramientas estandarizadas y estandarizadas para recopilar y procesar información sobre los desechos domésticos. Esta evoluciona con las necesidades de sus usuarios: inicialmente pensada para ser aplicada a los residuos domésticos mixtos, ahora caracteriza los flujos separados y va más allá del conocimiento de la composición simple de los residuos (Das et al., 2019).

Una clasificación pertinente de los residuos sólidos incluye el constante control de calidad y una herramienta de auditoría para la adquisición de una eficiencia en las recolecciones realizadas en cada uno de los procedimientos ecológicos con la finalidad de revisar la calidad de los flujos recolectados. Los datos y los medios para adquirirlos están altamente estandarizados para poder comparar las cifras de los datos. Un depósito significativo de materiales biodegradables y fermentables suministre canales de compostaje y/o digestión anaeróbica de los desechos domésticos. Las investigaciones son la base para una clasificación pertinente de permiten caracterizar mejor el residuo: pruebas de lixiviación, fraccionamiento de compuestos orgánicos según el carácter hidrofóbico y pruebas biológicas (Margallo et al., 2019).

1.2.1. Por su origen

Los residuos sólidos, de acuerdo con Baum (2021), por su origen se clasifican según la función prístina a la que se asignó convencionalmente a los objetos empleados en algún período anterior a su eliminación. Se clasifican en residuos domiciliarios, residuos comerciales, residuo de limpieza, residuos de espacios



públicos, residuos de establecimientos de atención de salud, residuo industrial, residuos de las actividades de construcción, residuos agropecuarios, residuo de instalaciones o actividades especiales. Los residuos comerciales son aquellos que se generan por las actividades involucradas en los sectores comerciales, en los sectores de ocio, en las oficinas y en los centros de acopio de productos, del mismo modo, en los procedimientos finales de los servicios a desarrollar.

Por su parte, los residuos de los hospitales son aquellos que se generan mediante el uso de materiales infecciosos, esto es, envases, vendajes sin usar, kits de infusión, de la misma manera, desechos de laboratorio de investigación que contienen biomoléculas que son restringidos de liberación ambiental. Asimismo, los objetos punzantes desechados se consideran desechos biomédicos, estén o no contaminados, debido a la posibilidad de estar contaminados con sangre y su propensión a causar lesiones cuando no se contienen y eliminan adecuadamente (Ramzan, 2019). Desde otro punto de vista, se consideran por origen los residuos industriales, debido a que se originan en cada una de las fases correspondientes a la actividad industrial —en la que se incluyen los materiales inutilizados durante los procesos de fabricación como el de las fábricas, molinos y operaciones mineras—. Los tipos de desechos industriales incluyen tierra y grava, mampostería y concreto, chatarra, aceite, solventes, químicos, desechos de madera e incluso materia vegetal de restaurantes (Mohanty et al., 2021).

Desde otro el punto de vista industrial, también se consideran residuos sólidos los que se obtienen de los cultivos, es decir, un conjunto de materiales que se dejan en un campo agrícola después de la cosecha. Estos residuos incluyen tallos y rastrojos (tallos), hojas y vainas de semillas. Los residuos de campo son materiales que quedan en un campo agrícola o huerto después de que el cultivo ha sido cosechado, los cuales se aran directamente en el suelo o quemar primero. Los residuos del proceso son materiales que quedan después de que el cultivo se procesa en un recurso utilizable (Sadh et al., 2018).

1.2.2. De acuerdo con el grado de peligro

Los residuos sólidos, según el grado de peligro, se clasifican de acuerdo con los componentes fisicoquímicos que conforman cualquier material empleado en un conjunto de actividades restringidas al público en general, esto es, residuos tóxicos y no tóxicos (Mech et al., 2019). Estas acciones son nocivas —por ejemplo, al ser inhalado, tragado o absorbido a través de la piel—, por lo que se restringe su uso a las personas que no están preparadas para manipularlas. Muchos de los productos domésticos actuales, como televisores, computadoras y teléfonos, contienen sustancias químicas tóxicas que pueden contaminar el aire y conta-

minar el suelo y el agua. Los contactos continuos que se evidencian en la vida cotidiana implican un conjunto de discusiones en torno a la eliminación de esos desechos es un problema importante de salud pública.

Los residuos sólidos tóxicos son subproductos venenosos como resultado de industrias como la fabricación, agricultura, construcción, automotriz, laboratorios y hospitales que pueden contener metales pesados, radiación, patógenos peligrosos u otras toxinas. Los desechos tóxicos se generan en mayores niveles desde la revolución industrial, de esta manera, la eliminación sistemática de dichos desechos se ha vuelto aún más crítica con la adición de numerosos avances tecnológicos que contienen componentes químicos tóxicos. Productos como teléfonos celulares, computadoras, televisores y paneles solares contienen productos químicos tóxicos que pueden dañar el medio ambiente si no se eliminan correctamente para evitar la contaminación del aire y la contaminación de los suelos y el agua (Xiong et al., 2019).

Un material se considera tóxico cuando causa la muerte o daño al ser inhalado, tragado o absorbido a través de la piel. Los desechos pueden contener sustancias químicas, metales pesados, radiación, patógenos peligrosos u otras toxinas. Incluso los hogares generan desechos peligrosos a partir de artículos como baterías, equipos informáticos usados y restos de pinturas o pesticidas. El material tóxico puede ser de origen humano y otros se encuentran naturalmente en el medio ambiente. No todas las sustancias peligrosas se consideran tóxicas (Sengul y Asmatulu, 2020).

1.2.3. Por su naturaleza

Los residuos sólidos, por su naturaleza, se clasifican según las composiciones fisicoquímicas y según los usos que se realizaron a los objetos desechos (Romanescu et al., 2020). Esta delimitación tipológica varía de acuerdo con las consideraciones de los diferentes Estados y de las entidades gubernamentales a las que se supeditan. En las divisiones administrativas de los Estados del Primer Mundo, se consideran el bosquejo y la planificación de que tienen un sistema de reciclaje de residuos bien desarrollado, el flujo de residuos consiste principalmente en residuos intratables como películas de plástico y materiales de embalaje no reciclables.

En áreas desarrolladas sin una actividad de reciclaje significativa, incluye predominantemente desechos de alimentos, desechos de mercado, desechos de jardín, contenedores de plástico. Los materiales de empaque de productos y otros desechos sólidos se reparten a partir de las industrias tecnológicas con el objetivo de correlacionar con las fuentes residenciales, comerciales, institucionales e indus-



triales. La mayoría de las definiciones de residuos sólidos urbanos no incluyen residuos industriales, residuos agrícolas, residuos médicos, residuos radiactivos o lodos de depuradora. La recolección de residuos la realiza el municipio dentro de un área determinada (Loizia et al., 2021).

Los residuos empleados en la vida cotidiana y en las etapas intermedias de las industrias que contienen materiales que no se han separado o enviado para su procesamiento. Los residuos sólidos se clasifican de varias formas, pero la siguiente lista representa una clasificación típica: (i) residuos biodegradables, (ii) residuos electrónicos y (iii) residuos tóxicos. Los residuos biodegradables son los residuos de alimentos y de cocina, residuos verdes, papel (la mayoría se puede reciclar, aunque se pueden excluir algunos materiales vegetales difíciles de compostar). Los reciclables materiales son insumos como el papel, el cartón, el vidrio, las botellas, determinados frascos, conjuntos de latas de conserva, latas de aluminio, papel de aluminio, metales, ciertos plásticos, textiles, ropa, neumáticos, baterías, etc. Los residuos inertes se constituyen de residuos de construcción y demolición, tierra, rocas, escombros (Istrate et al., 2021).

Por su parte, los residuos eléctricos y electrónicos son los aparatos eléctricos, bombillas, lavadoras, televisores, ordenadores, pantallas, teléfonos móviles, despertadores, relojes, etc. Asimismo, los residuos compuestos son aquellos delimitados por la ropa de desecho, los envases de cartón de alimentos, las bebidas Tetra Pack, los plásticos de desecho como juguetes y los muebles de jardín de plástico (Deschamps-Sonsino, 2018). Residuos peligrosos que incluyen la mayoría de las pinturas, productos químicos, neumáticos, baterías, bombillas, electrodomésticos, lámparas fluorescentes, aerosoles y fertilizantes. Del mismo modo, los residuos tóxicos incluyen los pesticidas, los herbicidas, los fungicidas; asimismo, se correlacionan los residuos biomédicos, *verbi gratia*, los medicamentos caducados, las jeringas y las mascarillas médicas (Datta et al., 2018).

1.3. Una clasificación de los residuos sólidos, según su gestión

Los residuos sólidos, de acuerdo con Valmorbidia et al. (2021), se clasifican según la forma correcta de gestión. Así, las maneras de delimitar los tipos se verifican a partir de los resultados de actividades domésticas. Los residuos similares generados en el sector de servicios y en algunas industrias también se consideran domésticos. Asimismo, los residuos producidos por los procesos de fabricación, procesamiento, utilización, el consumo, limpieza o mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera.

La clasificación de los residuos sólidos (RS) considera los conjuntos de residuos obtenidos en las actividades realizadas en la oficina, en los jardines, periódicos

impresos ondulados, residuos de cáscaras de frutas y verduras, residuos de hojas, residuos de alimentos y hojarasca. Los especialistas delimitan las metodologías adecuadas para el tratamiento de los RS, siempre que se practique una separación adecuada de los residuos. Un desafío importante para la producción de biogás a partir de RS es el desconocimiento entre la gente sobre la segregación de las fracciones orgánicas e inorgánicas de los RS (Ghosh et al., 2020).

Los RS son una serie de materiales heterogéneos, cuyas características químicas están estrechamente relacionadas con las propiedades químicas de varios componentes constituyentes. Cada Estado y cada gobierno local, su propia composición debido a sus características especiales. Los datos son bastante diversos entre esos países debido a varios factores, como el nivel de ingresos, el clima, los valores culturales y el tratamiento disponible actualmente. Cuando el concepto de conversión de residuos en energía es una de las opciones prometedoras, los datos relacionados con el valor calorífico y el contenido de humedad ofrecerían una estimación precisa de la cantidad de energía que se podría generar (Millati et al., 2020).

1.3.1. Residuos de gestión municipal

Los residuos de gestión municipal, de acuerdo con Mohammadi et al. (2019), son artículos o bienes que han perdido sus propiedades de consumo, la mayor parte de los residuos de consumo. Los RSU también se dividen en residuos (biológicos) y residuos domésticos propiamente dichos (residuos sólidos no biológicos de origen artificial o natural). Además de los residuos domésticos, también hay residuos industriales y de construcción. El estudio de todos los tipos de basura (“arqueología de la basura”) y los métodos de eliminación es la ciencia de la basura.

La composición de los residuos gestionados por las municipalidades varía mucho de un municipio a otro, y cambia significativamente con el tiempo. En los municipios que tienen un sistema de reciclaje de residuos bien desarrollado, el flujo de residuos consiste principalmente en residuos intratables como películas de plástico y materiales de embalaje no reciclables. A principios del siglo XX, la mayoría de los desechos domésticos en el Primer Mundo se trataban mediante la quema realizada a fuegos abiertos, la cual generaba carbón. En áreas desarrolladas sin una actividad de reciclaje significativa, incluye predominantemente desechos de alimentos, desechos de mercado, desechos de jardín, contenedores de plástico y materiales de empaque de productos y otros desechos sólidos diversos de fuentes residenciales, comerciales, institucionales e industriales (Struk y Bođa, 2022).

La razón del crecimiento descontrolado de los residuos de gestión municipal se centra en diversos factores, el más importante, el crecimiento poblacional, mediante el cual se evidencia una proporción directa —esto es, cuanto se explicita una cantidad elevada de concentraciones demográficas, se observa una mayor cantidad de residuos que genera cada una de ellas. Otra de las motivaciones del crecimiento de los residuos es el nivel de desarrollo del nivel de vida, mediante la manifestación de los patrones de consumo, como hábitos poco saludables como cocinar o comprar grandes cantidades de alimentos. Estos no pueden ser consumidos en su totalidad y generarán desperdicios consumirlos, y se abre camino hacia el desperdicio; de la misma manera, el consumo de alimentos no saludables, de vasos, cucharas y platos de plástico y papel retornables son la evidencia del no énfasis en los procedimientos de reciclaje (Kedzierski et al., 2020).

El desarrollo económico es otro de los factores responsables del aumento de los residuos de gestión municipal, obtenidas en las fábricas y que sirven como provisión de latas, vasos, cucharas y platos de plástico y papel, los cuales se desechan después de los usos que se les asigna. La mayoría de las definiciones de residuos sólidos que son gestionados por las autoridades gubernamentales no incluyen residuos industriales, residuos agrícolas, residuos médicos, residuos radiactivos o lodos de depuradora, pese a que los procesos de recolección de residuos los realizan los municipios dentro de un área determinada (Wardley, 2021).

Las autoridades gubernamentales peruanas han desarrollado esquemáticamente un reglamento en el que se explicita un conjunto de colores que serán empleados con el objetivo de almacenar adecuadamente los residuos sólidos tratados bajo la autonomía de gobiernos municipales peruanos y organismos no municipales. El reglamento nacional es aplicable en los procesos de tratamiento de todos los residuos de actividades humanas, a excepción de, *verbi gratia*, los residuos de origen radiactivo, los cuales son gestionados por el Instituto Peruano de Energía Nuclear; los residuos originados por las actividades militares propias de los ámbitos de la seguridad y de la defensa de la República del Perú, gestionadas por el Ministerio de Defensa (Instituto Nacional de Calidad, 2019).

De la misma manera, las aguas residuales y los residuos líquidos deben ser gestionadas por la Autoridad Nacional del Agua y por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Las emisiones de gases y de sustancias y componentes fisicoquímicos vertidos al ambiente no son gestionados de manera específica por alguna de las organizaciones señaladas anteriormente. Por otro lado, la norma no determina las características del recipiente de almacenamiento a emplear, debido a que estas dependen de los valores escalares delimitados para el peso, para el volumen y para determinadas características de los residuos, con la



finalidad de garantizar la seguridad de la gestión de los mismos, ello se evidencia en la prevención de derrames de los mismos. En las tablas que se presentan a continuación, se detallan los elementos a desechar y sus clasificaciones cromáticas (Instituto Nacional de Calidad, 2019).

Tabla 1.

Código de colores para los residuos del ámbito municipal.

Residuos del ámbito municipal		
Tipo de resi- duo	Color	Ejemplos de residuos
Aprovechables	Verde	Papel Cartón Plástico Vidrio Madera Tetra pack Metales Textiles
No aprovecha- bles	Negro	Papel metalizado Residuos sanitarios Colillas de cigarro
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Restos de poda y hojas seca
Peligrosos	Rojo	Medicinas vencidas Empaques de plaguicidas Pilas o focos

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2019).

Tabla 2.

Código de colores para los residuos del ámbito no municipal.

Tipo de residuo	Color
Papel y cartón	Azul
Plástico	Blanco
Metales	Amarillo
Orgánicos	Marrón
Vidrio	Plomo
Peligrosos	Rojo
No aprovechables	Negro

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Calidad [INACAL] (2019)

1.3.2. Residuos de gestión no municipal

Los residuos de la gestión no municipal, según Tognacchini et al. (2020), son aquellos que, de acuerdo con la praxis empleada en su manejo sistemático y con el reglamento nacional de tratamiento de residuos sólidos, deben someterse de manera rigurosa. Este tratamiento tiene la finalidad de contrarrestar los riesgos elevados para los elementos que constituyen la salud y para generar una perspectiva que brinda las garantías necesarias para su tratamiento. Por ejemplo, los residuos metálicos que contengan plomo o mercurio, los residuos de plaguicidas, los herbicidas, entre otros. Los residuos metálicos se evidencian en los materiales reciclables que quedan de la fabricación y el consumo de productos, como partes de vehículos, suministros de construcción y materiales excedentes.

Los residuos que no son gestionados por las municipalidades, según Rabbani et al. (2021), son almacenados en depósitos manejados por los especialistas en su tratamiento. Así, no se permite que los clientes naveguen por los lotes y tengan contacto con los compuestos químicos vertidos. Se requiere un inventario de las herramientas y de los gestores que la empresa u organismo institucional ha vertido en los contenedores para aclarar su procedencia. Tales residuos evidencian que quienes los manipulan conocen el reglamento que manifiesta las responsabilidades administrativas y legales generadas por lesiones personales antes de entrar.

Otros de los desechos que no son revisados por los organismos municipales son las chatarras, las cuales tienen valor monetario, principalmente, los metales recuperados y los materiales no metálicos también se recuperan para su reciclaje. La chatarra, a pesar de que se origina tanto en entornos comerciales como residenciales, no está contemplada en un marco legal que enfatiza el apoyo logístico de un agente que elimina adecuadamente la chatarra para las personas que no la necesitan, en contradicción con la postura teórica de Andersson (2019). La chatarra es trasladada a depósitos de demolición, en los que se procesa para luego fundirlo en nuevos productos.

1.4. Los residuos domiciliarios: características medulares

Los residuos domiciliarios son los elementos bióticos y abióticos que se desechan en las etapas finales de las acciones o de los procesos realizados en un entorno cotidiano. Una de las maneras directas de generar estos residuos es mediante el alimento, esto es, con la pérdida y el desperdicio de alimentos son alimentos que no se comen. Las causas del desperdicio o pérdida de alimentos son numerosas y ocurren en todo el sistema alimentario, durante la producción, el procesamiento, la distribución, la venta al por menor y el servicio de alimentos y el consumo. En general, se tira alrededor de un tercio de los alimentos del mundo (El Barnossi et al., 2019).

La pérdida y el desperdicio de alimentos es una parte importante del impacto de la agricultura en el cambio climático y otros problemas ambientales. Además, los residuos de alimentos que no se manipulan o recuperan adecuadamente, es decir, mediante el compostaje, pueden tener muchas consecuencias ambientales negativas. Por ejemplo, el gas de vertedero de la digestión anaeróbica de materia orgánica es una fuente importante de metano, gas de efecto invernadero, y el fósforo no recuperado en los desechos de alimentos conduce a una mayor extracción de fosfato. Además, reducir el desperdicio de alimentos en todas las partes del sistema alimentario es una parte importante de la reducción del impacto ambiental de la agricultura, al reducir la cantidad total de agua, tierra y otros recursos utilizados (Ishangulyyev et al., 2019).

Los desechos de otras actividades, pero similares a los que provienen de los hogares, también suelen contabilizarse como desechos domésticos, por ejemplo, los desechos de papeles, de materiales escolares y software —el cual no es regulado por ninguna autoridad gubernamental— en colegios, academias y universidades (Romano et al., 2021). Estas instituciones, según sus objetivos y sus visiones, desarrollan un ambiente similar al de un entorno de la vida cotidiana respecto a las actividades realizadas en los períodos que constituyen la cronometría escolar

y que, por desmarcarse del carácter mercantilista, se diferencian de los residuos excretados en actividades comerciales. Siguiendo con una subdivisión propuesta anteriormente, la gestión de los residuos domiciliarios se diferencia en las legislaciones de cada Estado que los trata.

CAPÍTULO II

UN RECORRIDO GENERAL POR LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El crecimiento económico de los países se debe a la globalización y al comercio, los cuales se lograron debido a la masificación de la producción y al consumismo que permite el equilibrio de mercado, se desliga de esto, que la población humana se incrementó en conjunto a la oferta. Lo que se observó posteriormente a las revoluciones industriales y al crecimiento poblacional fueron los fenómenos ocasionados por el calentamiento global como la desglaciación, el incremento de temperatura mundial y la desestabilización de los fenómenos naturales; esto se debe sobre todo a los gases emitidos por las industrias y el incremento acelerado de los desechos o residuos.

Como indica Ochoa (2018), existen diferentes tipos de residuos, de los cuales el residuo sólido es el que más se genera dentro de una comunidad, ya que pueden presentar una composición orgánica o inorgánica; una fuente productora doméstica, industrial, comercial o institucional; además de presentar posibilidades de aprovechamiento. Debido a este súbito número de residuos que provocan el cambio climático, los gobiernos debieron implementar medidas políticas relacionadas a la gestión ambiental.

Entre las principales innovaciones para el cuidado ambiental, se creó el sistema de gestión de residuos sólidos, el cual, según Leiton y Revelo (2017), está relacionado al servicio de calidad y la satisfacción de los clientes, ya que el recojo de los desperdicios es parte de los servicios que realiza el sector público; además que con este modelo se incentiva la responsabilidad ambiental de la población y el manejo adecuado de los residuos sólidos. De este modo, los gobiernos cumplirían con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuya postura principal es utilizar de manera responsable los recursos para la generación actual, sin afectar las necesidades de las generaciones futuras (Naciones Unidas, 2018).

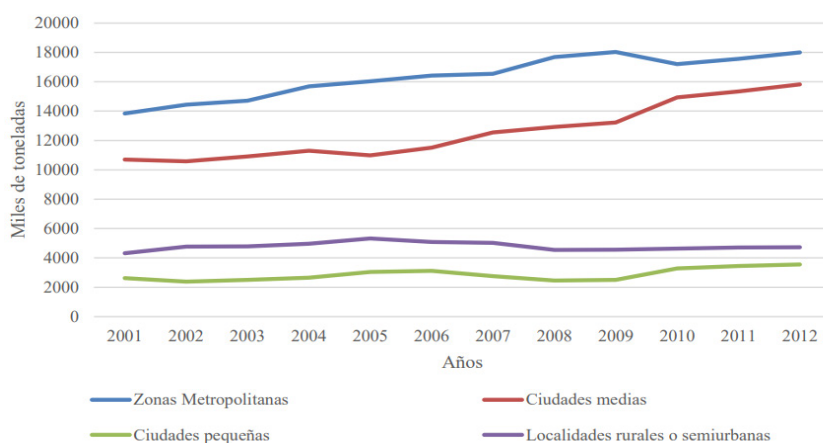
El presente capítulo explica sobre la gestión de calidad, la gestión de los residuos sólidos y el modelo innovador de la gestión integral, el cual involucra diferentes aspectos de una institución u organización en búsqueda del crecimiento económico y el desarrollo sostenible. También, se exponen las políticas establecidas en Perú en relación a la gestión de los residuos sólidos y los problemas que se presentan al momento del manejo de los residuos.

2.1. ¿Qué se comprende por gestión de los residuos sólidos?

En Latinoamérica, al igual que en el resto del mundo, se generan desperdicios o residuos de origen diverso, los cuales se miden según su masa (kilogramos). Esta acumulación de desperdicios presenta una relación directa con la población humana.

Figura 1.

México: generación anual de RSU por tamaño de localidad 2001-2012.



Nota. Tomado de Jiménez (2015)

En la Figura 1 se observa que los territorios con mayor cantidad de residuos sólidos (RS) son las zonas metropolitanas, ya que en estas se concentra una mayor densidad poblacional a comparación de las ciudades pequeñas y las localidades rurales cuya producción de desechos una tercera parte de la anterior. Por ejemplo, en el caso de Perú, según el Diario Oficial El Peruano (2021), se produce 21 mil toneladas de residuos o desechos diariamente.

No obstante, el problema no es la cantidad de residuos sólidos generados por el consumismo humano, sino la manera en cómo estos son gestionados o administrados por el sector público y privado para el desarrollo sostenible del territorio nacional e internacional, ya que la contaminación es una problemática mundial. Según la Agencia de Protección Ambiental (2020), la gestión de los residuos sólidos es importante debido a que impacta en la salud humana, el medio ambiente y el aspecto socioeconómico.

Con respecto a la salud, si no se presenta un sistema de gestión adecuado para la descomposición de residuos orgánicos esto afecta a la salud humana debido a la acumulación de basura sin tratar que atrae vectores contaminantes. En el caso del medio ambiente, si no se gestiona los residuos sólidos, esto puede conducir a la contaminación de suelos y los cuerpos de agua; además de afectar el ecosistema de los animales y plantas. Y, por último, en el aspecto socioeconómico de los gobiernos, la no implementación o la implementación inadecuada de la gestión de residuos afecta en su desarrollo y crecimiento económico, puesto que una gestión apropiada permite el ahorro en transporte de residuos sólidos; también el ahorro en los sistemas de salud, ya que el manejo adecuado previene enfermedades afiliadas a los desechos como los problemas respiratorios y de la piel (Agencia de Protección Ambiental, 2020).

Para poder explicar de manera más detallada sobre la gestión de residuos sólidos, se va definir los conceptos de la gestión, la calidad de servicio y la estructura organizacional. Toda empresa u organización que ofrece bienes o servicios al público debe presentar un sistema organizativo, el cual se encarga de la administración, planificación y ejecución de todas las áreas de la empresa, con el objetivo de su crecimiento económico, este sistema presenta diferentes modelos de gestión, cuya implementación dependerá de cada organización.

El modelo más utilizado es el sistema de gestión de calidad, el cual debe evaluar el proceso de producción para someterlo a cambios en búsqueda de la mejora de la calidad de los productos (bienes o servicios) de la empresa. Carriel et al. (2018) indican que este sistema trabaja con los diversos sectores de la organización, puesto que se establece una jerarquía en la estructura organizacional para

determinar las funciones o roles de cada empleado en función al crecimiento. De esta manera, la organización establece en el mercado la de calidad de servicio, la cual puede generar actitudes positivas o negativas en los clientes; en el caso se obtenga la satisfacción del cliente, la empresa debe cumplir con futuras expectativas para crear un vínculo o fidelización del consumidor (Troncos, 2020; Alarcón, 2017).

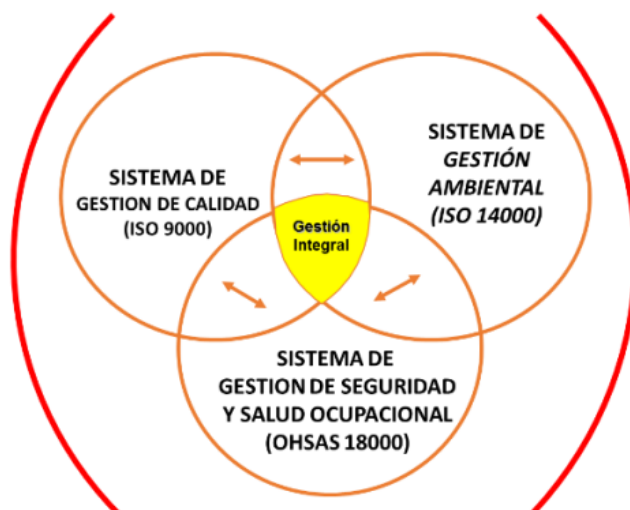
El manejo de los residuos sólidos por lo general pertenece al sector público, ya que es un servicio básico para la organización de las poblaciones. En el caso de Perú, las municipalidades son las encargadas de gestionar este servicio, para lograr un óptimo sistema de gestión utilizan la recaudación pública (tributación municipal). Cada gobierno local administra según lo exija su población, para lograr la satisfacción del ciudadano debe cumplir con los servicios básicos, lo que permite establecer un indicador para la evaluación del gobierno: el valor público. López (2016) indica que este indicador relaciona a los ciudadanos con los gobernantes y el caso este valor sea positivo permite la fiabilidad en el gobierno. Esa delegación de poder se debe a la búsqueda de descentralización, ya que los gobiernos nacionales no pueden solventar las problemáticas particulares de cada municipio, de esta manera se establece la Ley Orgánica de Municipalidades.

2.2. Implicaciones sobre una gestión integral de los residuos sólidos

En relación a lo expuesto, se comprende que el manejo de los residuos sólidos es un servicio que necesita de un sistema de gestión que involucre los aspectos necesarios para lograr la satisfacción de las necesidades de la población y de la sociedad, con respecto a la consciencia ambiental. Duque (2017) señala que los sistemas de gestión se pueden relacionar para formar un sistema completo que permita la administración completa, además, expone que el Sistema de Gestión Integrado es el modelo que cumple con los estándares expuestos por la Organización Internacional de Normalización.

Figura 2.

Sistema de Gestión Integrado.



Nota. Tomado de Rodríguez (2020).

En la Figura 2 se observa que el sistema de calidad, el sistema de gestión ambiental y el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional se relacionan para formar la gestión integral en una empresa, la cual permite abordar los diversos aspectos y complementarlos de manera estratégica para el desarrollo y crecimiento de la empresa.

Según la Universidad Cooperativa de Colombia (2018) este sistema de gestión presenta normas como la gestión para los documentos (ISO 30301), la gestión de calidad (ISO 9000), la gestión ambiental (ISO 14000), la gestión de la seguridad de la información (ISO 27000) y la gestión de salud ocupacional y seguridad (OHSAS 18000) las cuales se relacionan en determinadas acciones con el objetivo de asegurar la competitividad en el mercado. Los beneficios que presenta el implementar este modelo integral en el caso de las organizaciones públicas o privadas y la sociedad en general son los siguientes (Universidad Cooperativa de Colombia, 2018):

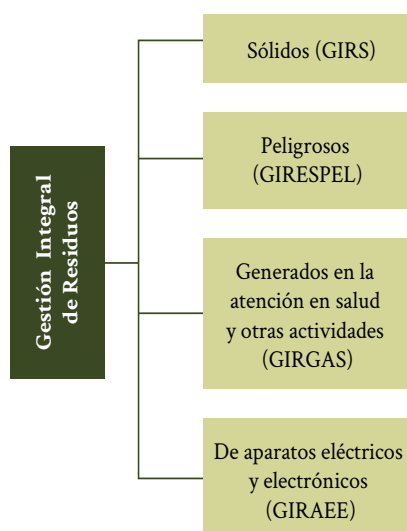
- Disminución de la huella ambiental
- Sostenibilidad financiera
- Control en las normas y políticas institucionales
- Desarrollo tecnológico e innovación para la solución de problemas actuales

La industrialización de las sociedades ha generado beneficios económicos, políticos y sociales, ya que ha permitido la globalización y el comercio internacional que garantiza la satisfacción de las diversas necesidades básicas o superfluas de la humanidad. Sin embargo, anteriormente, al no presentar importancia en los aspectos ambientales, sino en los de calidad y de productividad, lo que tuvo como consecuencia el calentamiento global (Black, 2013). Este se debe también al incremento la urbanización, lo cual generó mayor cantidad de residuos o desechos tanto por la población como por las industrias que no presentaban un modelo adecuado de gestión de residuos. Por ese motivo, se realizaron tratados internacionales, como el Protocolo de Kioto, para desacelerar el cambio climático, además se crearon normativas estandarizadas relacionadas a la gestión ambiental para las empresas, que, para no perder su objetivo económico, se estableció el modelo de Gestión Integral de Residuos.

En el caso de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, Leiton y Revelo (2017) señalan que es este sistema es un conjunto de programas y actividades con objetivos, los cuales son definidos por el gobierno nacional en respuesta a la necesidad del servicio de limpieza o aseo.

Figura 3.

Subdivisiones de la gestión integral ligada a los cuatro grupos de residuos en el contexto normativo colombiano.



Nota. Tomado de Ochoa (2018).

Como se observa en la Figura 3, el sistema de gestión integral de residuos engloba los diferentes tipos de residuos, en el caso de los sólidos, el modelo que se utiliza es GIRS (Gestión Integral de Residuos Sólidos). Dentro de este modelo se considera los subtipos de residuos sólidos, el caso de su origen productor, los principales son el doméstico y el industrial. El primero se recolecta de las zonas urbanas o de las viviendas, debido a la diversidad poblacional, los hábitos de consumo son distintos de modo que los tipos de residuos domésticos que se pueden encontrar son papeles, vidrios, desechos orgánicos, hasta residuos eléctricos o componentes peligrosos. En el caso de los residuos industriales, se encuentran todos los desechos que producen las empresas de diferente índole, como el sector textil, alimenticio, maderero, minero, entre otros (Ochoa, 2018).

Leiton y Revelo (2017) indican que las organizaciones privadas o públicas deben presentar un Plan de Gestión Integral para el Manejo Integral de Residuos Sólidos, para establecer un seguimiento al proceso, las actividades y la auditoria de residuos; puesto que deben regirse a las normas internacionales que buscan el desarrollo sostenible.

2.2.1. Un marco legal sobre la gestión ambiental y los residuos sólidos

Luego del boom de la industrialización, los gobiernos empezaron a tomar en cuenta los aspectos ambientales, puesto que se vislumbró la problemática ambiental, sobre todo en relación a la emisión de los gases contaminantes y los residuos. Uno de los principales tratados organizados por el Organización de las Naciones Unidas fue el Protocolo de Kioto, el cual, según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2016), entra en vigencia desde el año 2005 hasta el 2020, este ha logrado que los gobiernos promulguen leyes y decretos con compromisos ambientales, específicamente la disminución de los gases que afectan la capa de ozono.

Además de este protocolo, el gobierno peruano estableció políticas para cumplir con lo acordado en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual presenta como uno de sus objetivos fomentar la integración de los ODS a la planificación gubernamental y, de esta manera, incentivar la educación y concientización ambiental a la población, para que el gobierno como los ciudadanos sean agentes de cambio (Naciones Unidas, 2018).

Una de las principales medidas fue la aprobación de la Ley General del Ambiente, según el D. S. N° 007-2017-MINAN (2017), esta expone que las entidades públicas y órganos correspondientes deben diseñar y aplicar normas y sanciones que garanticen el cumplimiento del uso sostenible de los recursos naturales y las responsabilidades ambientales. Para el establecimiento de la Ley N° 28611 —Ley



General del Ambiente— el congreso propone el Ley de creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente (MINAM), esta ley fue promulgada en el D. S. N° 002-2017-MINAM (2017) por el Poder Ejecutivo, el cual tiene en su jurisdicción al MINAM. Este organismo integra el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas y el Sistema Nacional de Información Ambiental en el Sistema Nacional de Gestión Ambiental que se encarga de la elaboración, la ejecución y la supervisión de las políticas ambientales a nivel nacional.

En congruencia a lo expuesto sobre el desarrollo sostenible y las normas ambientales implementadas en Perú, se aprobó la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Según el D. L. N° 1278 (2017), el objetivo de esta ley es el manejo de los residuos sólidos para el aprovechamiento de estos por medio del reciclaje o el coprocesamiento, lo cual minimiza el impacto ambiental de los desechos. En el Artículo 7 del Decreto Legislativo se señalan los instrumentos para el uso de los materiales y la gestión de los residuos, los cuales son los siguientes:

- Estrategia Nacional de Ecoeficiencia
- Plan nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Municipales
- Plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos Municipales
- Plan Nacional de Educación Ambiental
- Planes de Minimización y Manejo de residuos sólidos no municipales
- Registro de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (D. L. N° 1278, 2017).

2.2.2. La gestión de los desechos domiciliarios

Las municipalidades como gobiernos locales presentan un territorio el cual pueden gestionar en el ámbito económico y político de manera particular, este territorio es conocido como municipio. De esta manera, las municipalidades, en el caso de los desechos generados en los domicilios o las áreas urbanas, los cuales presentan una diversidad de orígenes o tipos, Bernache (2015) deben presentar programas para la prevención o un modelo de Gestión integral para los residuos sólidos. Urbina-Reynaldo y Zuñiga-Igarza (2016) exponen que la gestión de los residuos o desechos domiciliarios presenta tres etapas: el diagnóstico, la planificación y el control. En el primero se determina las problemáticas con respecto al manejo de los residuos sólidos; la planificación permite crear estrategias para la gestión y el control permite atenuar el impacto que tienen los residuos en el medio ambiente.

2.2.3. Problemas notables en torno a la gestión de los residuos sólidos

En el caso de los gobiernos locales, Zamora (2011) —citado por Bernache (2015)— señala que el manejo de los residuos sólidos está limitado por el trabajo individual de las municipalidades, indica que las debilidades de estas son las siguientes:

- Limitaciones temporales de un gobierno trienal
- Problemas ambientales regionales
- Recursos económicos limitados
- Poca preparación profesional en el recurso humano
- Discontinuidad de los programas relacionados al ambiente.
- Participación ciudadana mínima
- Carencia de esquemas de inversión en relación con la gestión ambiental.

Por su parte, Cárdenas-Ferrer et al. (2019) exponen que en la GIRS los problemas son causados por las labores de aseo ambientales de la ciudad o el barrido de calles, también del peligro que presentan los servidores públicos de limpieza al encontrarse con residuos no convencionales en la calle (residuos hospitalarios, animales muertos, etc.), sin manejar los implementos adecuados.

2.3. Etapas del sistema de gestión de los residuos sólidos

Los modelos o sistemas de gestión deben presentar un procedimiento estandarizado por etapas, para así poder evaluar cada una de estas y buscar la mejora continua, en el caso del sistema de gestión de los residuos sólidos (SGRS) presenta las siguientes etapas:

Producción o generación

Los residuos sólidos son generados en diferentes ambientes por lo que se presentan diferentes tipos, pueden ser orgánicos, inorgánicos, peligrosos, entre otros. Según Rondón *et al.* (2016), un método para comprobar la cantidad de producción per cápita (PPC) de residuos o desechos sólidos se obtiene con la siguiente fórmula:

$$PPC = \frac{\text{Cantidad total recolectada } \left(\frac{Kg}{\text{día}}\right)}{\text{Población total atendida } \left(\frac{\text{habitantes}}{\text{día}}\right)}$$

Almacenamiento

Según Fernando et al. (2014) existe una etapa previa al almacenamiento, el prealmacenamiento, en esta se acumulan los residuos temporalmente en los domicilios, organizaciones públicas y privadas que generen desechos. Luego de un determinado tiempo, el almacenamiento se realiza en los contenedores públicos o lugares determinados para la recolección de estos.

Recolección

Esta etapa es una de las importantes debido a que la finalidad de la gestión es el manejo de los residuos de manera adecuada, Carvajal (2009), citado por Bermúdez (2019), expone que la recolección se realiza de forma selectiva y se realiza en determinados lugares donde se acumulan o almacenan los residuos para luego son transportados a puntos de tratamiento o para ser desechados.

Transporte

Para el traslado de los residuos sólidos se debe utilizar transporte especializado, los cuales se diferencian en el sector público y privado, ya que los operadores o personas jurídicas que prestan servicios de recolección de RS adquieren una maquinaria distinta, pero que debe seguir las normativas del Estado. Rondón et al. (2016) indica que en el ámbito público, los vehículos recolectores son de camiones con caja cerrada sin compactación, contenedores de gran capacidad o de caja abierta.

Recuperación

Bermúdez (2019) señala que la recuperación o el tratamiento es la etapa creada para cumplir los objetivos del desarrollo sostenible, puesto que su objetivo es la reducción del impacto que tienen los desechos al medio ambiente.

Figura 4.

Jerarquía de la gestión de residuos



Nota. Tomado de la Agencia de Protección Ambiental (2020).

Como se observa en la Figura 4, los residuos sólidos pueden ser transformados o tratados física, biológica o químicamente para ser reutilizados, para ello se sugiera la gestión de los residuos aprovechables durante el almacenamiento, lo cual facilita el manejo de estos.

Disposición final

En el caso de los residuos sólidos que no puedan ser tratados para su reutilización como residuos no aprovechables (aceite usado) o peligrosos deben ser seleccionados y apartados para disminuir la carga negativa de la contaminación (Leiton y Revelo, 2017). Estos residuos pueden terminar en rellenos sanitarios mecanizados, semimecanizados o manuales, indican Rondón et al. (2016).

2.4. Los residuos sólidos en instituciones durante la crisis sanitaria COVID-19

Según el Gobierno del Perú (en línea), el primer caso de coronavirus en Perú se confirmó en marzo del 2020, de manera que la institución encargada de la salud ciudadana, el Ministerio de Salud tuvo que establecer medidas sanitarias correspondientes a una pandemia: cuarentena y uso de equipo de protección personal (mascarillas, guantes). A pesar de ello, la cantidad de personas contagiadas se incrementó exponencialmente y cuya principal consecuencia ha sido las hospitalizaciones masivas en instituciones públicas y privadas. Como indica



el Ministerio de Salud (2021), hasta la actualidad se han confirmado 202 524 fallecidos en el Perú por el coronavirus, un grupo de estas personas habían sido hospitalizadas, por lo que se generaban desechos sólidos con alta carga viral.

Los centros hospitalarios por ser instituciones que manejan residuos peligrosos a diario presentan un sistema que les permite el manejo adecuado de los residuos al momento de botarlos, el cual es un sistema de gestión de residuos sólidos. Sin embargo, debido al virus SARS-Cov-2 tuvieron que modificar aspectos de este sistema; según la Universidad de Santander (2020) se tomaron las siguientes medidas de prevención:

- Se debe considerar que los residuos aprovechables y los no aprovechables deben ir en dos bolsas distintas, los primeros en una bolsa de color blanco y los otros en doble bolsa negra.
- Los recipientes o contenedores para los residuos sólidos deben contar con la señalización adecuada.
- La recolección de los residuos se debe realizar constantemente por el personal encargado. Los residuos no aprovechables son recolectados por la empresa recolectora y de aseo.
- Luego de la recolección de los residuos, se deben desinfectar los contenedores y el área donde se almacena los residuos no aprovechables, para ello se debe utilizar alcohol 70%, peróxido de hidrógeno o hipoclorito de sodio, químicos desinfectantes utilizados para el coronavirus.
- Asimismo, los instrumentos utilizados en la limpieza y recolección de residuos deben ser debidamente desinfectados.
- En el caso de implementos no reutilizables, estos deben ser desechados, pero en el caso de guantes reutilizables, primero deben ser lavados con los mismos desinfectantes. (Universidad de Santander, 2020).

Para que el sistema de gestión de residuos sólidos funcione en los centros hospitalarios en relación al COVID-19, se debe tener en cuenta el factor humano, pues, el personal encargado de estas funciones debe permanecer siempre capacitado y orientado en lo que dictamina el Ministerio de Salud y Protección Social; además que se le debe brindar implementos para su protección personal.

CAPÍTULO III

MÉTODOS PARA MEJORAR EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En las ciudades de América latina y el Caribe, el manejo de residuos sólidos ha generado un problema a causa de las altas cantidades de residuos sólidos producido por la población. El manejo inadecuado de residuos sólidos puede ocasionar problemas para el medio ambiente y la salud, como las enfermedades bacteriales, infecciones y problemas respiratorios causado por la quema de residuos (Sáez y Urdaneta, 2014). Asimismo, el aumento considerable de la generación de residuos, los vertederos a cielo abierto, el bajo nivel de reciclaje son algunos referentes de la urgencia para la gestión de residuos sólidos (Hernández y González, 2016).

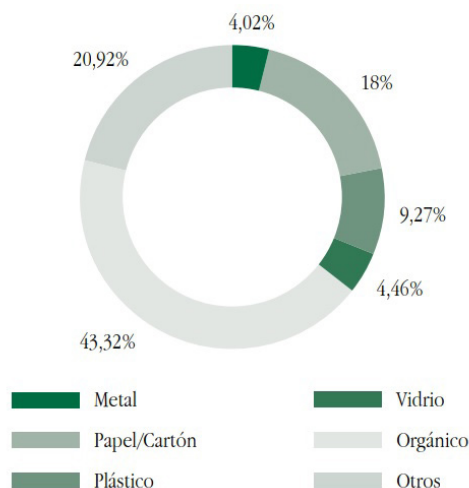
La mayor parte de las ciudades de Latinoamérica no recolecta la totalidad de desechos sólidos y solo una proporción pequeña recibe una disposición final adecuada. Por ello es necesario fortalecer una educación ambiental que permita el buen manejo de residuos sólidos por parte de la población (Jiménez et al., 2018). La sociedad necesita conocer y fomentar el manejo de los residuos sólidos para el bien de su comunidad y de la próxima generación; así como todos tienen derecho a vivir en lugar digno, también tienen deberes con el cuidado del medio ambiente.

Por ello, existe métodos para mejorar el manejo de residuos sólidos, ya sea a través de mecanismos químicos o modificación física; todo depende del tipo de residuo sólido, porque el primer método permite la compactación de los residuos y el segundo contribuye con dar otros usos a los residuos modificados; por lo tanto, se evita estar produciendo a grandes cantidades de productos.

3.1. Conceptos generales sobre el manejo de los residuos sólidos

El manejo de residuos sólidos, en el Perú, según la Ley 27314 de 2016, comprende el procedimiento de acciones técnico operativo aplicados a los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final. Asimismo, García et al. (2016) señalan que el manejo de residuos sólidos involucra a los aspectos que van desde su generación, manejo, tratamiento y disposición final, con la finalidad de reducir el impacto en el medio ambiente.

Entonces, el manejo de residuos sólidos viene a ser el control de la producción de residuos sólidos generados por la población o industrias, entonces para contrarrestar el nivel de volumen de producción de dichos elementos se requiere de un plan de manejo de residuos sólidos. El Ministerio de Ambiente (s.f.) indica que este plan es una herramienta de gestión de las autoridades y funcionarios municipales quienes promueven una adecuada gestión y manejo de residuos sólidos, cuya finalidad es asegurar la eficacia, eficiencia y la sostenibilidad de los procesos que comprende dicha gestión (Ministerio del Ambiente, 2015).

Figura 5.*Promedio de la composición de los residuos sólidos a nivel mundial*

Nota. Tomado de Waste Atlas (2013) citado en Hernández y Corredor (2016).

En la Figura 5 se observa el promedio de residuos sólidos a nivel mundial según su composición, donde los residuos orgánicos tienen mayor porcentaje (43.32%) y los residuos metales son los que menos nivel de producción tienen (4.02%). Además, estos porcentajes permiten una visualización panorámica sobre qué residuo es el que predomina y, de esta forma, plantear estrategias para su reducción.

3.1.1. Segregación de residuos sólidos

La segregación consiste en agrupar ciertos elementos físicos de los residuos sólidos con el fin de ser manejados de forma especial (Ministerio de Salud, 2017). Es decir, se agrupa los residuos sólidos que son metálicos, de vidrios, plástico, orgánicos, etc. Por ejemplo, en espacios públicos se utiliza los tachos diferenciadores que permita distinguir el tipo de dispositivo para el almacenamiento de residuos. Según la Norma Técnica NTP 900.058.2005 (2005), el uso de colores permite almacenar el tipo de residuos: reprovechables (color verde) y no reprovechables (color negro), tal como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3.*Segregación de residuos sólidos.*

Tipo de residuo	Color	Ejemplo
Aprovechables		Papel, cartón, vidrio, madera, textiles, cuero, plástico.
No aprovechables		Cerámicos, colillas de cigarro, residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, etc.)
Orgánico		Resto de alimentos, restos de poda, hojarasca.
Peligrosos		Pilas, lámparas, medicinas vencidas, empaques de plaguicidas, mascarillas, elementos contaminados por Covid-19.

Nota. Tomado de la Contraloría General de la República (s.f.).

3.1.2. Tratamiento de residuos sólidos

El tratamiento es el método que permite la modificación de las características físicas, química o biológica del residuo sólido con la finalidad de reducir o eliminar el potencial de peligro ante la salud de las personas y el medio ambiente (Ministerio de Salud, 2016). Algunos de los procesos de tratamiento disminuyen o neutralizan las sustancias peligrosas que presentan los residuos, también facilita en la recuperación de materias que pueden ser utilizadas con otros fines y, por último, contribuye con el uso como fuente de energía.

Para el tratamiento de residuos sólidos se necesita de una infraestructura adecuada que se localice lejos y en sentido contrario a la ubicación de la zona poblada, para que no incomode a las personas. Además, el proceso de descomposición biológica de la materia orgánica puede darse por dos formas: aeróbica o anaeróbica; así como también la descomposición puede ser natural (al aire libre) o acelerada (en digestores) (Ministerio de Salud, 2013).

Por último, el Ministerio de Ambiente (2016) sugiere que el encapsulamiento de residuos bajo tierra es una alternativa que debe ser considerada, ya que hay zonas en el país donde no se cuenta con rellenos de seguridad ni presenta otros métodos de tratamiento de residuos contaminados.

Por lo tanto, es fundamental conocer los métodos que permitan la modificación de los residuos sólidos y dar una oportunidad más a los residuos transformados para otras funciones, como abono, fuente de energía, combustible, entre otros. De este modo, se contribuye con el cuidado del medio ambiente, se reduce la producción innecesaria de elementos que dañan el planeta y se amplía la vida útil de los sistemas de relleno sanitario.

3.1.3. Comercialización de los residuos sólidos

La comercialización viene a ser la compra y venta de residuos sólidos seleccionados. El Ministerio del Ambiente (2013) sostiene que esta acción se realiza a través de las empresas comercializadoras de residuos sólidos que se encuentran registradas en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y autorizadas por la municipalidad. Asimismo, recalca que las municipalidades pueden constituir una empresa y convertirse en una empresa comercializadora de residuos sólidos.

Incluso la comercialización de residuos sólidos es una oportunidad para generar puestos de trabajo y una fuente de ingreso económico; por ejemplo, en Juliaca el 42.39 % son de origen orgánico, lo que puede servir como abono orgánico o compost. El 29.78 % son de procedencia no orgánica, como el papel, cartón, vidrio, entre otros elementos que pueden comercializarse como insumo en el mercado del reciclaje. Por último, el 27.83 % son residuos no reaprovechables, los cuales son enviados a un relleno sanitario (Huamaní et al., 2020). A partir de este caso se deduce que solo el 29.78 % de residuos no orgánicos permiten su comercialización a través de los recicladores.

Por otro lado, la comercialización de residuos sólidos puede tener un cierto grado de riesgo al ser una actividad informal, ya que en algunos casos los recicladores de encuentran en condiciones precarias para su desarrollo, donde no hay una adecuada gestión de implementación ante la mani-



pulación de residuos, lo cual puede afectar la salud de los trabajadores. Incluso realizan la separación de estos elementos y la almacenan en lugares donde pueda atentar contra la salud comunitaria. Por lo tanto, se requiere la fiscalización de las autoridades municipales en cuanto a la gestión de los residuos sólidos de manera informal.

3.2. Métodos para el manejo de residuos sólidos: aspectos conceptuales

Con respecto a los métodos para el manejo de residuos sólidos, se debe tomar en cuenta el tipo de residuo (orgánico, inorgánico y peligroso) para establecer la aplicación de diversas técnicas que permitan la reducción de residuos sólidos, por ejemplo, la segregación en la fuente, el reciclaje, el compostaje, la incineración y el establecimiento de centros recolectores. Entonces, estas estrategias mencionadas ayudan a reducir las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos con el fin de reducir la nocividad y controlar su agresividad.

Asimismo, López y Franco (2020) señalan que los métodos actuales empleados para el manejo de residuos sólidos son los rellenos sanitarios, el compostaje, la digestión anaerobia y el tratamiento térmico. Estos métodos dependen de la evaluación sobre el número de producción de residuos sólidos en la ciudad, ya que en los últimos años se ha generado un incremento demográfico y de elaboración de bienes y servicios.

Entonces, optar por un método se requiere de un estudio sobre la generación de tipo de residuos sólidos con el fin de reducir su nivel de daño contra el medio ambiente y la salud comunitaria. El método que se incentiva más en la sociedad es el reciclaje porque ayuda a mantener un equilibrio con el método de relleno sanitario realizado por la gestión municipal. Asimismo, la aplicación de reciclaje fortalece la cultura ambiental.

También se debe considerar que algunos de estos métodos son caros; por ello se sugiere que cada municipalidad opte por la técnica que más le convenga, asimismo sugerir a las industrias que utilicen algún método para que generen menos desechos, porque cada industria produce un tipo de residuos que puede ser peligroso para su tratamiento, como el caso de los residuos médicos, lo cual requiere de una manipulación especial durante su proceso de separación, aislamiento, transporte y disposición aislada (Brown, 2003).

Asimismo, la Ley N.º 27314 de 2016 señala que las autoridades sectoriales y municipales establecen condiciones adecuadas para que se genere un beneficio económico a través de métodos o procesos, junto con la ayuda de la tecnología, con el objetivo de mejorar el tratamiento de los residuos sólidos.

En el caso de las técnicas de procesado, estas se utilizan para mejorar la eficiencia de operaciones en el sistema de manejo de desecho y recuperar recursos. Estas técnicas son compactación, incineración, fragmentación, separación manual y mecánica y, por último, el secado y deshidratación (Tchobanoglous et al., 1982). Por otro lado, los métodos que modifican las características físicas, químicas o biológicas de los residuos con el fin de disminuir su volumen antes de la disposición final son la compactación, el compostaje, digestión anaeróbica, incineración, pirólisis y gasificación (Brown, 2003)

Entonces, para el uso de métodos químicos o modificación física se requiere contar con instalaciones adecuadas que permitan la reducción o transformación de los residuos a través del compostaje y la incineración, con el propósito de no incomodar con los olores a la población. Todo este proceso parte de una buena gestión que permita el manejo de residuos sólidos.

Por lo tanto, para aplicar una técnica específica, que se desarrollará en el siguiente apartado, se debe verificar que cumpla los tres propósitos que permita el adecuado manejo de residuos:

- Mejorar la eficiencia del sistema de manejo de residuos sólidos, como la incineración y el empaquetado.
- Recuperar materiales para reuso, como el papel, cartón y el plástico.
- Recuperar productos de conversión y energía, como el combustible de productos orgánicos.

3.3. Notorios métodos químicos para el manejo de los residuos sólidos

- **Reducción mecánica del volumen o compactación.** En el proceso de reducción de volumen se utilizan vehículos especializados para

la compactación de residuos sólidos, lo que permite la recolección de desechos y, de este modo, se aprovecha mejor el espacio de los rellenos sanitarios.

Por otro lado, Chiluisa (2016) señala que algunos factores que se debe considerar para la selección del equipo de compactación son las propiedades de los desechos sólidos (tamaño, contenido de humedad y densidad), la forma de transferencia y alimentación de los desechos al compactador, las formas de uso de materiales compactados y las características del diseño del compactador.

- **Reducción química del volumen o incineración.** La reducción química tiene como fin recuperar grasa de los residuos de los alimentos; de esta forma se reduce el volumen del residuo. A comienzo de este siglo, la incineración ha sido el método más usado para reducir el volumen de los residuos químicamente, aunque otros métodos como la pirólisis y la hidrólisis son efectivas para la reducción; sin embargo, no son consideradas en este apartado, ya que estos métodos son aplicados para la recuperación de productos de conversión (Chiluisa, 2016).

La reducción inicia con la descarga de los residuos del camión recolector; la profundidad y ancho del depósito es determinada por la velocidad de los desechos y la incineración. Luego se usa una grúa monorriel para cargar los desechos dentro una tolva, estos desechos caen sobre los alimentadores donde serán incinerados, el aire caliente asciende la mezcla de desechos que bajan por la parrilla, estos gases que generados por este procedimiento pasan a la cámara de combustión.

- **Reducción mecánica del tamaño o fragmentación.** El objetivo de este procedimiento es conseguir un producto uniforme en cuanto al tamaño; es decir, no solo implica en reducir el tamaño del desecho, sino que permita la recuperación de materiales para reuso y conversión de energía.

Los equipos utilizados para la reducción mecánica son los molinillos, fragmentadores, molinos de escofina y molinos de martillo, como algunos que se observa en la Tabla 4.

Tabla 4.

Tipo de equipo usado para la reducción mecánica de tamaño.

Tipo	Modo de acción	Aplicación
Molinos pequeños	Moler, aplastar	Desechos sólidos orgánicos
Picadores	Cortar, tajar	Papel, cartón, plásticos
Fragmentadores	Cizallar, desgarrar	Todos los tipos de desechos municipales
Hidropulpador	Cizallar, desgarrar	Usado principalmente en la industria del papel

Nota. Adaptado de Tchobanoglous et al. (1982).

- Separación de componentes manual y mecánica.** Este proceso de separación es necesario para la recuperación de desechos sólidos, la cual se puede realizar de manera manual o mecánica. Con respecto a los tipos de separación, Solórzano y Villalba (2018) sostienen que la separación selectiva manual es un proceso automatizado para la clasificación y separación de los residuos sólidos. El beneficio de este método es la generación de oportunidades para la valorización de residuos sólidos; sin embargo, se debe garantizar la demanda de los materiales recuperados para seguir con el proyecto sostenible. Por otro lado, el método separación mecánica es un proceso automatizado que tiene como fin agrupar y separar los tipos de residuos sólidos.
- Secado y deshidratación o reducción de humedad.** En los sistemas de recuperación de energía e incineración de desechos sólidos, la parte fragmentada es secada para disminuir el peso. Asimismo, Tchobanoglous et al. (1982) sostienen que el secado presenta una gran variedad de diseños que ha ido evolucionado a través de los años: convección, conducción y radiación. En el primer método, el aire o los productos de combustión se encuentra en contacto directo con el material húmedo. En el segundo, el calor es transmitido de manera indirecta por el contacto del material húmedo, y en el último método, el calor es transmitido de forma directa desde el cuerpo caliente al material húmedo por la radiación.

3.4. Métodos para la modificación física de los residuos sólidos

- **Compactación por métodos manuales o mecánicos.** La finalidad de este proceso es disminuir el volumen por métodos mecánicos o manuales, de manera práctica. Por ejemplo, cuando la población produce más de 40 toneladas diarias de residuo sólidos en el relleno sanitario es recomendable utilizar maquinarias pesadas. En cuanto al modo manual, se refiere a la operación de compactación de los residuos que puede ser ejecutado con el apoyo de personas y algunas herramientas (Rondón et al., 2016).
- **Compostaje por descomposición aeróbica.** El compostaje es un proceso aeróbico controlado donde participan numerosos microorganismos quienes destruyen la estructura molecular de los compuestos orgánicos (De Luna et al., 2018). En este proceso de descomposición aeróbica se cuenta con la participación del oxígeno, además, esta técnica convierte los residuos en abono orgánico (composta); por ello se la considera como un proceso de bajo recursos porque la naturaleza es la que se encarga del procedimiento, y a la vez enriquece y restaura la fertilidad de la tierra.

El compostaje se realiza a través de las siguientes técnicas: compostaje de hileras, pilas aireadas y compostaje en reactores. La primera consiste en colocar el material orgánico en filas de 4 metros de ancho con 2 a 3 metros de altura, la ventaja de esta técnica es que permite voltear para la ventilación. La segunda es similar la distribución de los residuos, pero la distribución del oxígeno se da a través de tuberías; por último, la tercera es un sistema cerrado que incluye aireación (Solórzano y Villalba, 2018).

Un tipo del proceso de compostaje es el vermicompostaje, el cual es un proceso biotecnológico que permite biodegradar residuos orgánicos. Asimismo, el uso de residuos orgánicos no convencionales permite la producción de vermicomposta, el cual es una forma de reciclar materia orgánica. El vermicomposta puede ser usado como abono, plaguicida entre otros, según el residuo orgánico (Villegas-Cornelio y Laines, 2016).

- **Descomposición anaeróbica.** Este método de descomposición de

materiales orgánicos biodegradable se realiza en contenedores especiales, sin la presencia de oxígeno. Se utiliza este procedimiento para ciertos tipos de residuos como lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (Brown, 2003).

En la digestión anaerobia, según López y Franco (2020), se produce una fermentación microbiana donde los microorganismos degradan materia orgánica por etapas; además, el resultado de este método es la generación de gas con propiedades energéticas. Este proceso se desarrolla en cuatro etapas: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis (Ver Tabla 5).

Tabla 5.

Etapas de la descomposición anaeróbica.

Etapas	Descripción
Hidrólisis	Los residuos pasan por un proceso de solubilización a través de enzimas excretadas por bacterias hidrolíticas, que convierten los polímeros en monómeros.
Acidogénesis	Los compuestos orgánicos solubles son transformados en ácidos orgánicos.
Acetogénesis	Los productos de la acidogénesis son transformados en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono.
Metanogénesis	El metano es elaborado a partir del ácido acético, ácido fórmico y metanol o combinación de hidrógeno y dióxido de carbono.

Nota. Adaptado de López y Franco (2020).

Además, las ventajas de la digestión aerobia son la obtención de material estabilizado y mineralizado, la reducción de la materia orgánica, incluso se puede complementar el proceso aerobio con el vermicompostaje; sin embargo, esta técnica presenta deficiencias por su alto costo de implementación, operación y mantenimiento, y requiere de energía para el proceso de aireación (Solórzano y Villalba, 2018).

- **Incineración por transformación termoquímica.** Esta técnica consiste en la combustión de residuos sólidos a través de un control

moderado. Permite la reducción de un 80 a 90 % de residuos combustibles y la eliminación de los microorganismos debido a las altas temperaturas. Además, la incineración de residuos no requiere de un espacio amplio, por lo que los establecimientos pueden ubicarse dentro de la zona urbana; sin embargo, esta técnica implica altos costos de capital y la combustión destruye materiales potencialmente reciclables (Solórzano y Villalba, 2018).

Tabla 6.

Ventajas y desventajas de la incineración de residuos sólidos

Ventajas	Desventajas
Escasa utilización de terrenos Puede tratarse cualquier tipo de residuo si su poder calorífico es adecuado. Puede adecuarse para la eliminación de fangos de aguas residuales.	No es tan flexible para adaptarse a variaciones estacionales de la generación de residuos. Exposición a paros y averías, por lo que necesitan un sistema alternativo.

Nota. Adaptado de Rondón et al. (2016).

En la Tabla 6 se detalla las ventajas y desventajas que tiene la aplicación de la pirólisis. Un beneficio de este método es la reducción del volumen del residuo; sin embargo, presenta algunas fallas técnicas.

- **Pirólisis.** Proceso de descomposición térmica en ausencia de oxígeno, con temperaturas entre 400 y 1000 °C, que a partir de ello se obtiene una fracción gaseosa, líquida y sólida aprovechables (Aracil, 2008, citado en Mancheno et al., 2015). Este mecanismo permite gestionar adecuadamente los residuos plásticos porque se obtiene sustancias similares al del combustible o petróleo (Mancheno et al., 2015).

Por otro lado, Solórzano y Villalba (2018) sostienen que la pirólisis es una tecnología de baja implementación, por lo que hay pocas plantas instaladas a nivel industrial; Japón, por ejemplo, es uno de los referentes con plantas de baja calidad.

Tabla 7.*Ventajas y desventajas de la pirólisis.*

Ventajas	Desventajas
Procesa todo tipo de material orgánico. Genera subproductos que son fuente de energía. Produce diésel.	Presenta alto costo de inversión. Requiere de personal especializado.

Nota. Adaptado de Solórzano y Villalba (2018).

Así, como los otros modelos, esta técnica presenta ventajas y desventajas (Ver Tabla 7), donde se destaca por la producción del diésel; sin embargo, presenta alto costo para su elaboración, lo que impide continuar con el tratamiento sostenible.

- **Gasificación para producir gases combustibles.** Hoy en día, el combustible se está convirtiendo en un asunto preocupante, debido al agotamiento de los recursos fósiles; por ello, se está recurriendo a las investigaciones que permitan encontrar una alternativa a este elemento. Por ello, la fracción plástica de los residuos permita la gasificación mezclada con biomasa para la producción de gas. Este proceso de gasificación se caracteriza por una oxidación parcial a altas temperaturas, entre 800 a 1000 °C (Hermoso-Orzáez et al., 2020).

La gasificación es una combustión parcial, según señala Solórzano y Villalba (2018), que genera un gas combustible que contiene monóxido de carbono, hidrógeno e hidrocarburos gaseosos. Por ello, esta técnica es eficaz para la producción de energía y reducción de volumen. Los países que manejan esta tecnología son Japón, Noruega, Reino Unido y Alemania.

Tabla 8.*Ventajas y desventajas de la gasificación*

Ventajas	Desventajas
Reduce a un 80 o 90% del volumen original de los residuos. Genera gas y alcohol combustible. Es una opción para tratar residuos especiales y peligrosos.	La implementación genera alto costos de capital, operación y mantenimiento. Puede generar emisiones contaminantes si no realiza un control adecuado. Genera residuos sólidos y descargas líquidas provenientes de la gasificación. Genera un alto consumo de agua para el sistema de enfriamiento.

Nota. Adaptado de Solórzano y Villalba (2018).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LOS MÉTODOS DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MANEJO DE DESECHOS DOMICILIARIOS EN CUÑUMBUQUI

Los métodos que modifican el comportamiento de los residuos sólidos sirven como instrumentos para implementar en el manejo de los desechos domiciliarios de cualquier espacio geográfico y, al mismo tiempo, mejoran la gestión integral de tales desechos, por ello, es beneficioso que los estudiosos del tema mantengan una investigación constante a fin de generar nuevas propuestas que favorezcan el cuidado al medio ambiente.

En este capítulo, se detalla información respecto a un estudio que investiga sobre el impacto que los métodos de residuos sólidos generan al entrar en contacto con el manejo de los desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, durante 2018. Este estudio cooperó con el implemento del sistema de gestión ambiental en Cuñumbuqui a fin de emitir mejoras en el manejo de los residuos domiciliarios y evitar el desgaste ambiental, producto de la

inadecuada disposición.

En un ámbito social, este estudio es importante, dado que beneficia a la comunidad del lugar, de manera directa, a través de la propuesta que trata de generar un impacto ambiental positivo, proteger la salud pública y mejorar la calidad de vida. Además, este estudio posibilita el uso de elementos para el funcionamiento de un sistema integral de gestión de residuos sólidos.

Este estudio preciso de aspectos teóricos referentes a los residuos sólidos, por lo que proporciona un valor teórico relevante para el campo científico. Asimismo, a través de este estudio, se elaboró un instrumento que puede ser aplicado para indagar sobre los servicios que los pobladores reciben de municipalidad de Cuñumbuqui, por tanto, también aporta al campo metodológico.

4.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de gestión basado en métodos de residuos sólidos para mejorar el manejo de desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, durante 2018.

Objetivos específicos

- Identificar las características del manejo de los desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, durante 2018.
- Identificar el nivel del sistema de gestión de residuos sólidos que utiliza la municipalidad de Cuñumbuqui, durante 2018.
- Validar la propuesta que mejora el manejo de desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, durante 2018.

4.2. Hipótesis general

La aplicación de un diseño de gestión basado en métodos de residuos sólidos mejora el manejo de los desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, durante 2018.

4.3. Variables y su operacionalización

Se consideraron dos variables: manejo de desecho domiciliario y gestión integral de residuo sólido. La operacionalización de estas variables se visualiza en la siguiente tabla (ver Tabla 9):

Tabla 9.

Operacionalización de variables.

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Manejo de Desechos domiciliarios	Aplicación de una encuesta a los trabajadores municipales y una entrevista a los gerentes y alcalde a fin de presentar la propuesta que busca la mejora del manejo de los desechos domiciliarios	Segregación domiciliaria	Selección de los residuos sólidos. Separación clasificación. Cultura ambiental	Nominal
		Tratamiento	Incineración Compostificación Lombricompost Uso constructivo y transformación.	
		Comercialización	Conocimiento sobre los residuos que se pueden comercializar. Conocimiento sobre la utilidad del reciclaje.	

Gestión Integral de los Residuos Sólidos	La propuesta para mejorar el manejo de los desechos domiciliarios basados en métodos de residuos sólidos en las dimensiones segregación, tratamiento y comercialización, para que la población de Cuñumbuqui mejore su calidad de vida y su cultura ambiental.	Producción de residuos sólidos (RRSS)	Cantidad de RRSS Tipo de RRSS	Ordinal
		Almacenamiento	Dentro de la casa Pasadizo Patio Calle	
		Recolección	Residuos orgánicos Residuos inorgánicos	
		Recuperación	Chatarra Cartón Papel Vidrio Plástico Materia orgánica	
		Transferencia y transporte	Implementación Sistematización	
		Disposición final	Reducir el volumen de desechos. Prevenir enfermedades Preservar el ambiente	

4.4. Tipo y diseño de investigación

El alcance de la investigación fue descriptivo porque se describió fenómenos y se recogió información relacionada con el manejo de desechos domiciliarios de la localidad de Cuñumbuqui, provincia de Lamas. También fue propositivo, puesto que se basó en mejorar el problema existente en la localidad y se realizó una propuesta relacionada con la gestión integral de los residuos para mejorar el manejo de los desechos.

El diseño de investigación fue no experimental, dado que no se manipuló variables manera deliberada, por ende, los datos recopilados fueron pro-



cesados de la misma forma en que se encontraron.

4.5. Población, muestra y muestreo

La población estuvo constituida por cada trabajador de la Municipalidad distrital de Cuñumbuqui, durante 2018, por ende, 29 colaboradores componen esta población. En lo concerniente a la muestra, esta se conformó por el total de componentes de la población (29 colaboradores) del municipio distrital de Cuñumbuqui. Tal muestra fue seleccionada mediante el muestreo no probabilístico conforme al criterio del investigador.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La técnica empleada por el estudio fue la encuesta, la cual posibilitó el recojo de datos necesarios para el análisis e interpretación de los mismos. Por otro lado, el instrumento usado fue el cuestionario, el cual permitió recopilar información.

Se utilizaron dos cuestionarios como instrumentos para las dos variables; dichos instrumentos fueron evaluados mediante el juicio de cinco expertos, quienes verificaron y contrastaron la congruencia de los indicadores del estudio. Dichos expertos fueron los siguientes profesionales: Dr. Juan Rafael Juárez Díaz, Dr. Milton Segundo Vásquez Ruiz, Dra. Rossana Herminia Hidalgo Pozzi, Dr. Orlando Ríos Ramírez y Dr. Abner Milán Barzola Cárdenas. El valor calificativo conseguido por los jueces fue 47.4, por lo que los instrumentos tienen alta validez y reúnen las condiciones necesarias para ser aplicados.

La confiabilidad de los instrumentos usados para cada variable del estudio fue calculada por medio del análisis del método Kuder Richardson. Tras la ejecución de esta prueba, se obtuvieron, como resultados, coeficientes confiables de 0.76 y 0.79, por lo que la aplicabilidad del instrumento es segura. Finalmente, se pudo garantizar la confiabilidad de los instrumentos para ser aplicados y procesados en el estudio a fin de generar resultados que posibilitaron la formulación de conclusiones y las recomendaciones.

4.7. Procedimiento

El inicio de la investigación ocurrió cuando se identificó el problema, luego, se diseñó el proyecto de investigación y se recopiló información proveniente de fuentes primarias y secundarias. Esto permitió encontrar trabajos previos a nivel internacional, nacional y local. Posteriormente, se eligió el alcance, diseño de investigación y el método de estudio, el cual fue cuantitativo. Además, se determinó la población y muestra. Por último, se culminó el proyecto con la elaboración de instrumentos de recolección de datos, los cuales fueron validados para su aplicación. En cuanto al desarrollo del estudio, se usaron los instrumentos y se procesaron los resultados a través de la estadística descriptiva. Estos resultados fueron contrastados a fin de generar conclusiones y recomendaciones. Como última acción, se elaboró una propuesta que contribuya a solucionar el mal manejo de los residuos domiciliarios

4.8. Métodos y análisis de datos

La información recabada fue sistematizada por medio del uso del micro software Excel, por lo que los resultados fueron organizados en tablas y figuras y relacionados con la estadística descriptiva. Esto permitió presentar los resultados en frecuencia y porcentajes.

Para el desarrollo del estudio, se tuvo presente la práctica de la ética en la investigación, por lo que se respetó el derecho de autoría de cada investigador tras revisar información registrada en trabajos anteriores y en teorías referidas al tema. Además, se fue justo con los individuos que proporcionaron información, se evitó, en todo momento, la discriminación con los colaboradores y se informó a los funcionarios del municipio sobre los objetivos de estudio.

4.9. Resultados

Identificación de las características del manejo de los desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, 2018

Resultados por dimensiones

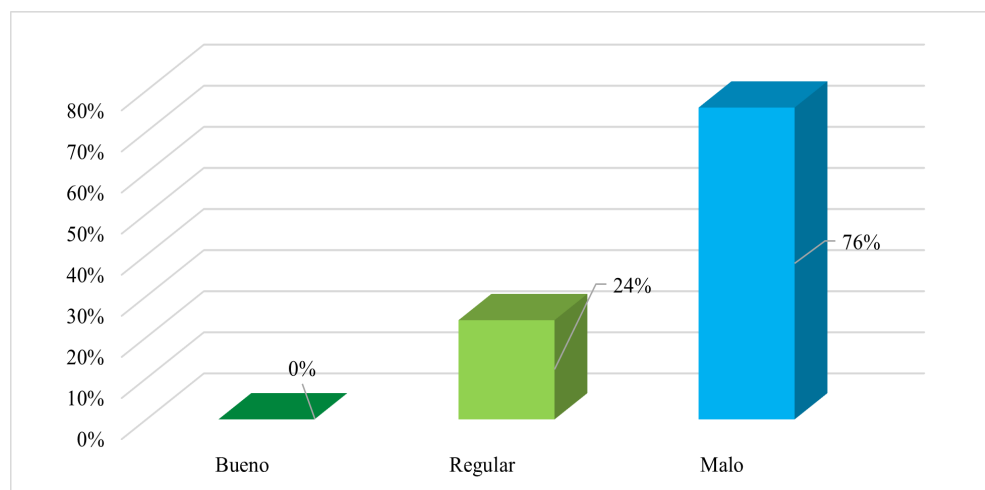
Tabla 10.

Dimensión segregación domiciliaria

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	12-15	0	0%
Regular	9-11	7	24%
Malo	5-8	22	76%
Total		29	100%

Figura 6.

Dimensión segregación domiciliaria



En la Tabla 10 y la Figura 6, se observan resultados correspondientes a la dimensión de segregación domiciliaria. De acuerdo estos resultados, se

registró que el 76 % del total de colaboradores del municipio Cuñumburquino consideró que la segregación fue mala y el 24 % concordó en que la segregación fue regular, por ende, los pobladores, en su mayoría, no seguían un patrón de clasificación de sus residuos y demostraban una falta de cultura ambiental.

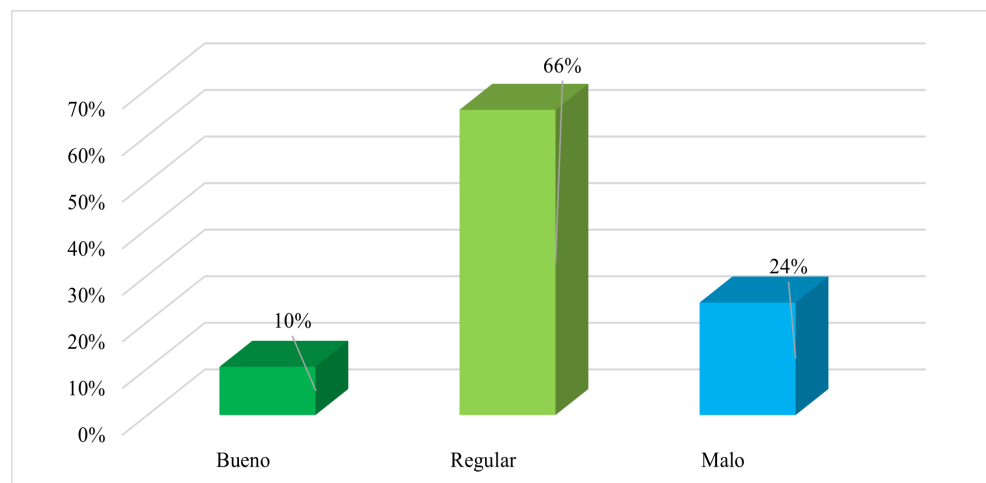
Tabla 11.

Dimensión tratamiento.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	12-15	3	10%
Regular	9-11	19	66%
Malo	5-8	7	24%
Total		29	100%

Figura 7.

Dimensión tratamiento



En la Tabla 11 y la Figura 7, se visualizan resultados concernientes a la dimensión de tratamiento. Con base en estos resultados, se estableció que el 66 % consideró que el tratamiento fue regular, el 24 % lo consideró malo y el 10 % señaló que este fue bueno. Estos valores evidenciaron la falta de un tratamiento apropiado para los desechos o residuos sólidos por parte de la población.

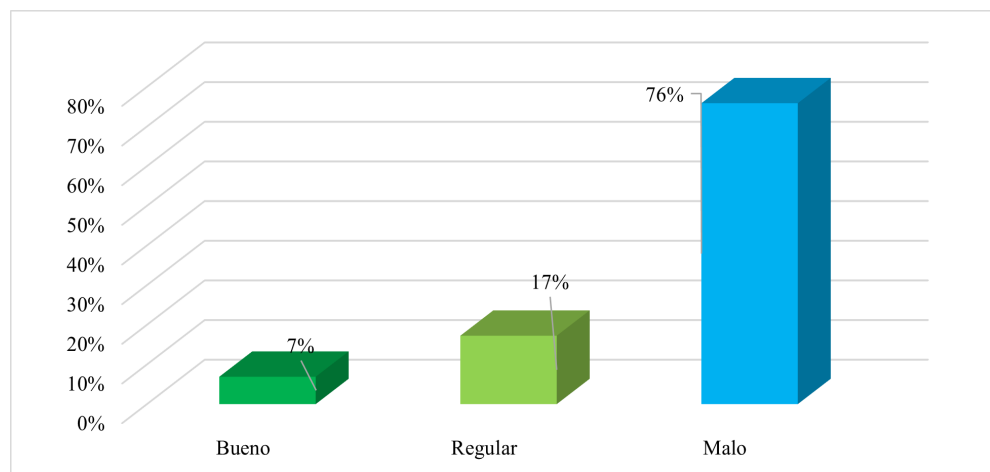
Tabla 12.

Dimensión comercialización.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	12-15	2	7%
Regular	9-11	5	17%
Malo	5-8	22	76%
Total		29	100%

Figura 8.

Dimensión comercialización



En la Tabla 12 y la Figura 8, se proporcionan resultados respecto a la dimensión de comercialización. De acuerdo con estos, se evidenció que el 76 % admitió que la comercialización fue mala, el 17 % concordó en que esta fue regular y el 7 % opinó que esta fue buena, por ende, se estimó que lo pobladores desconocían el valor monetario que proviene de la comercialización de los desechos domiciliarios.

Manejo de desechos domiciliarios

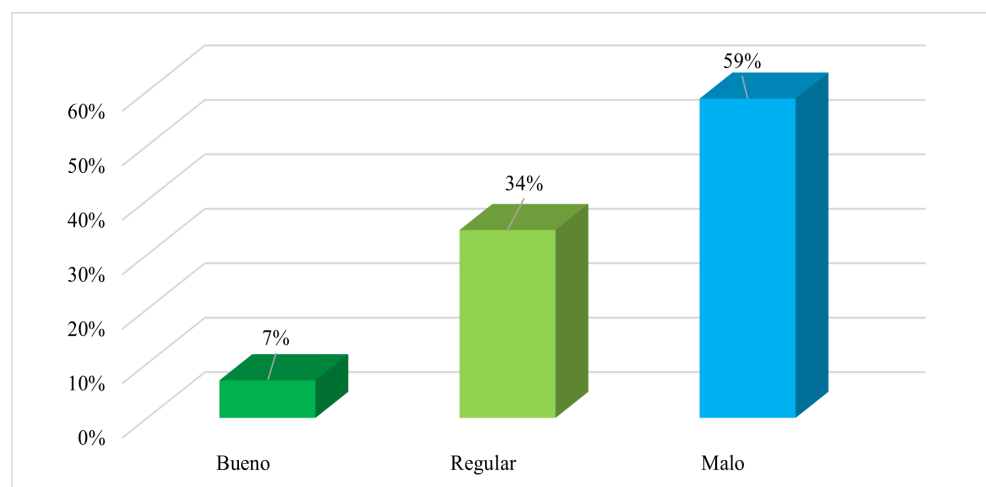
Tabla 13.

Características del manejo de desechos domiciliarios.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	36-45	2	7%
Regular	26-35	10	34%
Malo	15-25	17	59%
Total		29	100%

Figura 9.

Valoración de la variable manejo de desechos sólidos.



Como se muestra en la Tabla 13 y la Figura 9, el 59 % señaló que el manejo de desechos domiciliarios fue malo, el 34 % determinó que este fue regular y el 7 % indicó que este fue bueno, por tanto, se dedujo que los pobladores, en gran proporción, desconocían asuntos generales sobre la segregación domiciliaria, el tratamiento adecuado de los residuos sólidos y su respectiva comercialización.

Nivel del sistema de gestión de residuos sólidos que utiliza la municipalidad de Cuñumbuqui, 2018.

Resultados por dimensiones

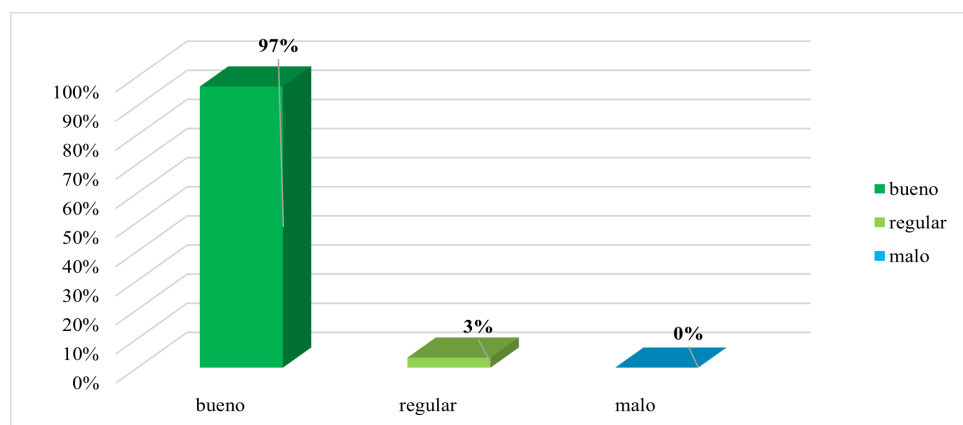
Tabla 14.

Dimensión: producción de residuos sólidos.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	8-9	28	97%
Regular	6-7	1	3%
Malo	3-5	0	0%
Total		29	100%

Figura 10.

Dimensión producción de residuos sólidos.



Correspondiente a la dimensión de producción de residuos sólidos, se tuvo que —tal como se aprecia en la Tabla 14 y la Figura 10— el 97 % del total de la muestra indicó que la producción de residuos sólidos fue buena y solo el 3 % consideró que esta fue regular, por tanto, fue posible estimar que los responsables de la recolección de materiales distinguían los residuos que se podían reciclar.

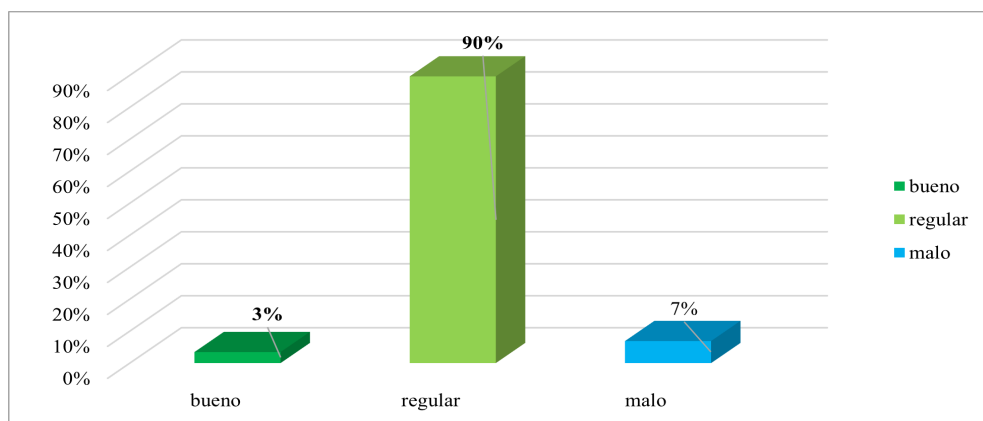
Tabla 15.

Dimensión almacenamiento.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	8-9	1	3%
Regular	6-7	26	90%
Malo	3-5	2	7%
Total		29	100%

Figura 11.

Dimensión almacenamiento.



En la Tabla 15 y la Figura 11, se observan resultados pertenecientes a la dimensión de almacenamiento. A partir de estos resultados, se registró que el 90 % opinó que el almacenamiento fue regular, el 7 % señaló que fue malo y solo el 3 % consideró que fue bueno. En consecuencia, se estimó que los residuos sólidos tenían lugares fijos y no definitivos para su respectivo almacenamiento; sin embargo, estos no eran aprovechados.

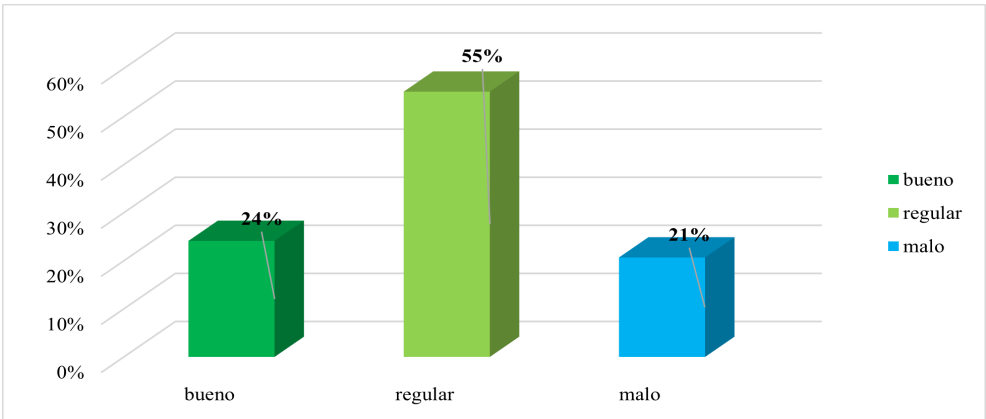
Tabla 16.

Dimensión recolección.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	8-9	7	24%
Regular	6-7	16	55%
Malo	3-5	6	21%
Total		29	100%

Figura 12.

Dimensión recolección.



En lo que respecta a la dimensión de recolección, se obtuvo que el 55 % concordó en que esta fue regular, el 24 % manifestó que fue bueno y el 21

% opinó que fue malo —tal como se visualiza en la Tabla 16 y la Figura 12. De acuerdo con ello, se infirió que los desechos presentes en la vía pública no eran recolectados eficientemente, dado que las autoridades de la municipalidad estaban dedicadas a recolectar, de manera deficiente, desechos provenientes de las viviendas y, de ese modo, descuidaban las calles del distrito estudiado.

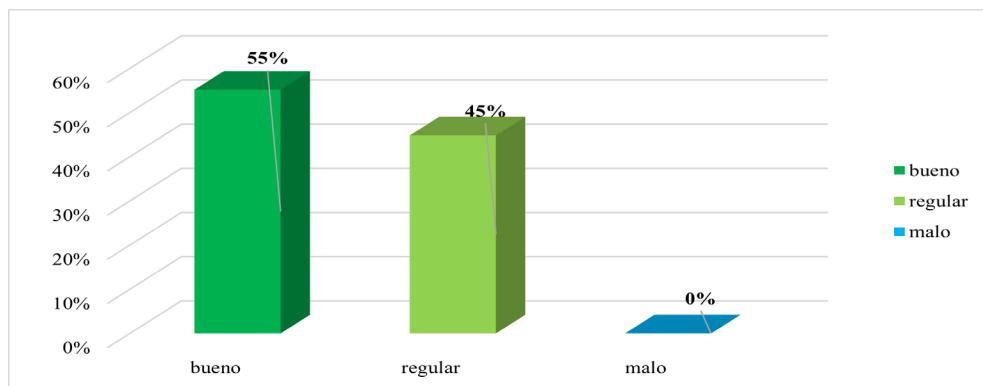
Tabla 17.

Dimensión recuperación.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	8-9	16	55%
Regular	6-7	13	45%
Malo	3-5	0	00%
Total		29	100%

Figura 13.

Dimensión recuperación.



En la Tabla 17 y la Figura 13, se aprecian resultados correspondientes a la dimensión de recuperación. Con base en ellos, se evidenció que el 55 %

opinó que esta era buena y el 45 % señaló que esta era regular, por lo que se infirió que la mayoría de los trabajadores poseían conocimiento sobre las técnicas y métodos para la recuperación y reutilización de residuos sólidos.

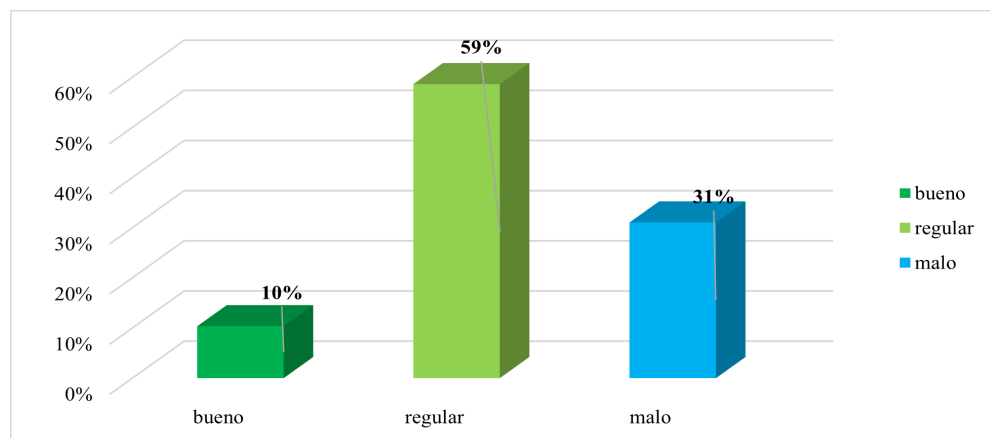
Tabla 18.

Dimensión transferencia y transporte.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	8-9	3	10%
Regular	6-7	17	59%
Malo	3-5	9	31%
Total		29	100%

Figura 14.

Dimensión transferencia y transporte.



Acerca de la dimensión de transferencia y transporte, se obtuvo que el 59 % consideró que esta fue regular, el 31 % señaló que esta fue mala y el 10 % manifestó que esta fue buena, tal como se observa en la Tabla 18 y la

Figura 14. Por tanto, se estimó que, en este distrito, se contemplaba un sistema de transporte de residuos poco eficiente y de mediana escala que no brindaba un adecuado servicio a la población.

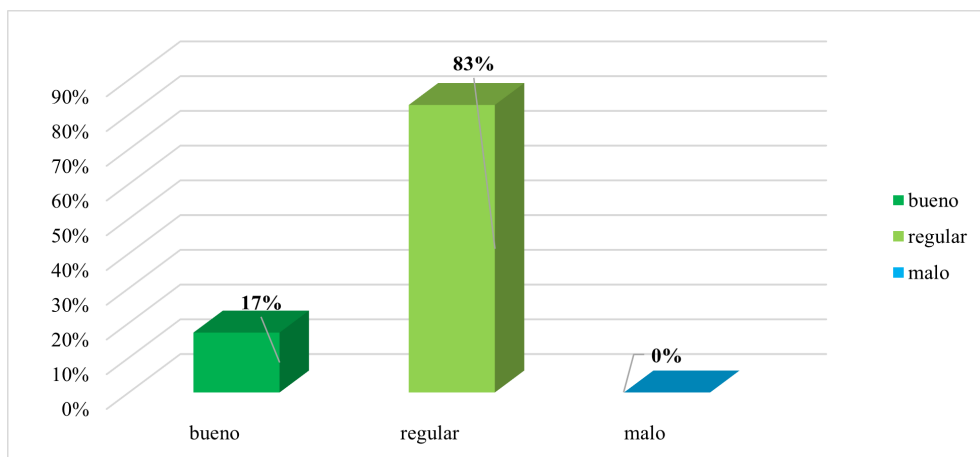
Tabla 19.

Dimensión disposición final.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	8-9	5	17%
Regular	6-7	24	83%
Malo	3-5	0	0%
Total		29	100%

Figura 15.

Dimensión disposición final.



En la Tabla 19 y la Figura 15, se proporcionan resultados referidos a la dimensión de disposición final. Con base en ellos, se encontró que el 83 % consideró que la disposición final fue regular y el 17 % expresó que fue buena. En consecuencia, se estimó que los desperdicios eran confinados

en un botadero a cielo abierto, sin la existencia de un sistema de procesamiento para desechos sin valor, hasta su descomposición. Esta configuración favorece la emisión de gases y olores perturbadores que dañan la salud pública y deterioran el ambiente.

Gestión de los residuos sólidos

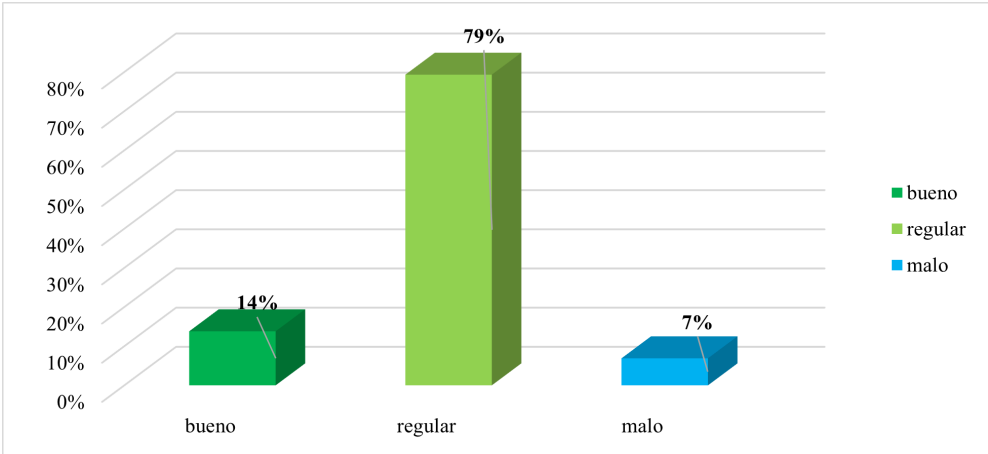
Tabla 20.

Nivel de Sistemas de gestión de residuos sólidos.

Nivel dimensión	Intervalo	fi	%
Bueno	43-54	4	14%
Regular	31-42	23	79%
Malo	18-30	2	7%
Total		29	100%

Figura 16.

Nivel de Sistemas de gestión de residuos sólidos.



Tal como se muestra en la Tabla 20 y la Figura 16, el 14 % consideró que la gestión integral de los recursos sólidos fue buena, el 79 % opinó que esta gestión fue regular y el 7 % concordó en que esta fue mala. A partir de estos datos, se estimó que el almacenamiento, transferencia y transporte, la recolección, la recuperación y la disposición final se ejecutan de manera regular.

Validación de propuesta del manejo de desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, durante 2018

Tabla 21.

Validación de propuesta.

Criterios	Intervalo	fi	%
Muy adecuado	8-14	2	40
Bastante adecuado	15-20	3	60
Adecuado	21-26	0	0
Poco adecuado	27-32	0	0
Inadecuado	33-40	0	0
Total		5	100

A través de la Tabla 21, se observa que el 40 % mostró un criterio muy adecuado y el 60 %, un criterio bastante adecuado en función de la validación, ejecutada por medio del juicio de expertos.

Diseño de un sistema de gestión basado en métodos de residuos sólidos para mejorar el manejo de desechos domiciliarios en Cuñumbuqui, durante 2018

La propuesta desarrollada muestra integralidad ecológica, dado que intenta conservar la composición y la vitalidad de los ecosistemas naturales y la sostenibilidad del manejo de los desechos domiciliarios, considerando la interacción positiva de tres ámbitos: económico, ambiental y social.

Esta propuesta también sirve para promocionar la práctica de la interculturalidad a fin de generar interacciones sociales y culturales que posibiliten la comprensión de las múltiples realidades de vida y de la relevancia que el ambiente y la sociedad posee en estas realidades.

Finalmente, otro rasgo fundamental de esta propuesta es la articulación local, puesto que también se enfoca en integrar a las instituciones públicas y privadas con la finalidad de que implementen un proyecto concerniente al manejo de los desechos domiciliarios.

4.10. Discusión

En diversos espacios del mundo, el manejo inadecuado de los desechos domiciliarios se ha constituido como un problema, debido al crecimiento de la población, a la comercialización de productos sintéticos, a la excesiva generación de residuos, a la falta de conciencia ambiental y entre otros motivos más. Esta característica negativa del manejo de los residuos domiciliarios se percibe en las calles de diversas ciudades como en las de la comunidad Cuñumbuquina, por ello, se ha establecido diseñar un sistema de gestión basado en métodos de manejo de los residuos sólidos a fin de mejorar la gestión de estos y contribuir con la solución a este problema mundial.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 59 % de colaboradores manifestó que el manejo de los desechos o residuos domiciliarios fue malo. En cambio, el 34 % y el 7 % señalaron que este fue regular y bueno, respectivamente. Por tanto, se comprendió que los pobladores no poseían las nociones esenciales respecto a la segregación domiciliaria, el tratamiento adecuado y la comercialización de los residuos sólidos. En lo que respecta a la gestión de residuos sólidos, el 7 % afirmó que esta gestión fue mala. Por el contrario, el 14 % y el 79 % consideraron que esta gestión fue buena y regular, respectivamente. Esto indicó que los procesos que envuelven a la gestión fueron ejecutados de manera regular.

La segregación fue considerada como mala por el 66 % de los colaboradores, dado que esta no estaba correctamente implementada en las actividades del manejo de residuos por la ineficacia institucional y la falta



de programas de capacitación y de fondos económicos. Al igual que la segregación, la comercialización de los residuos presentó una calificación de mala (76 %), en gran porcentaje, puesto que los pobladores no sabían cómo identificar residuos pertinentes para el reciclaje ni conocían los valores monetarios de los residuos para su comercialización. En cambio, el tratamiento fue regular, según el 66 % de los colaboradores, debido a que ciertos desechos orgánicos eran usados como parte de abono o alimentos para animales; sin embargo, aún se mantuvo la falta de programas que fomenten el tratamiento apropiado de la basura.

Los resultados obtenidos se asemejaron a los observados en otros estudios. Por ejemplo, Ochoa (2014), en su tesis, concluyó que la dinámica de los residuos está guiada por parámetros y modelos similares, a nivel local, regional, nacional y mundial, como el incremento de desechos, la toxicidad, la contaminación del ambiente, los problemas de salud pública, la realización de acciones peligrosas, el implemento de tecnologías y el surgimiento de iniciativas contra la acumulación de desechos en todo el planeta.

Por su parte, Arellano (2013), en su estudio, señala que la educación de los generadores de desechos bajo un marco legal sirve como implementación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (GIRS). De ese modo, se impulsaría la participación del personal de limpieza y la responsabilidad de la población al generar basura. Esto indica que existe la posibilidad de mejorar la recolección selectiva de los residuos sólidos a través de toma de decisiones, por parte de las entidades gubernamentales, que permitan un cambio oportuno en la gestión actual.

Artaraz (2010), en su estudio, concluyó que el aumento de la masa de basura ocasiona más consecuencias perjudiciales para el ambiente a nivel local y mundial, por ello, los factores cruciales para reducir el impacto ambiental de los desechos son la producción de menos cantidades de basura y la mejora de la gestión de los residuos que se producen. No obstante, estos dos factores no están exentos de presentar dificultades, debido al insuficiente esfuerzo para separar el crecimiento económico de la elevada generación de residuos y a las brechas que afectan el fomento de uso de métodos de tratamiento.

Gárate (2016), en su tesis, señaló que no se desarrollan planes para la acumulación de desechos domiciliarios en la región Lima, por lo tanto, esto genera la existencia de contaminación. Por ejemplo, el aumento de acumulación de desechos en un 131,25 % ocurre al incrementar la minimización de los principales desechos contaminantes y la minimización de componentes contaminantes incrementa en un 129,5 % al registrarse un aumento en el conocimiento de acopios de desechos. Esto indica, en un 55,1 %, que la acumulación de desechos domiciliarios impacta en los efectos generados por el deterioro ambiental en esta región.

Por otro lado, Vilca (2014), en su estudio, concluyó que las acciones de capacitación favorecieron la reducción de los gastos para el manejo de desechos en un 37,05 %; dicho costo es económicamente muy bajo. Asimismo, las oportunidades en el mundo del comercio de los residuos segregados de manera adecuada pueden cooperar con los ingresos que facilitan la disminución de costos en un 55,66 %.

Específicamente, para solucionar el problema de los residuos sólidos, muchas entidades organizan campañas de sensibilización con el objetivo de producir una reflexión en los ciudadanos. Esta reflexión posibilita que las personas cooperen con la limpieza de sus espacios y desarrollen una cultura de reciclaje a través de la selección de desechos. En tiempos actuales, las personas están generando una conciencia ambiental de manera lenta; esto ya es un reflejo de avance.

Tras los resultados obtenidos, se evidenció la necesidad de realizar una propuesta que contenga integralidad ecológica; es decir, que conserve la biodiversidad y los recursos del medio ambiente a través de un manejo adecuado de los residuos provenientes de los hogares que considere la relación entre lo ambiental, social y económico. Esta propuesta está validada por expertos y busca integrar a las diferentes entidades estatales y privadas.

4.11. Conclusiones

- Se diseñó una propuesta que se caracteriza por abordar la integralidad ecológica, la interculturalidad y la articulación local; esta

propuesta ayudará a los individuos a manejar los desechos domiciliarios de manera responsable y adecuada.

- De acuerdo con los resultados obtenidos acerca del manejo de los desechos domiciliarios en la localidad de Cuñumbuqui, durante 2018, se dedujo que los pobladores desconocían ciertos aspectos relacionados con la segregación domiciliaria, el tratamiento adecuado de los residuos y la comercialización de estos.
- Con base en los resultados obtenidos sobre la gestión integral en la localidad de Cuñumbuqui, durante 2018, se desprendió que el sistema de gestión de esta municipalidad para el manejo de los desechos domiciliarios ejecutó los procesos de almacenamiento, recolección, transferencia o transporte y la disposición final de forma regular.
- La propuesta fue validada por cinco expertos con calificaciones de muy adecuado y bastante adecuado, por lo tanto, tiene validez metodológica y científica en los aspectos establecidos en el instrumento y su aplicación está garantizada.

4.12. Recomendaciones

- A las autoridades municipales encargadas de esta gestión, se les recomienda presentar la propuesta en sesión de concejo para socializarla y realizar financiamientos con las instituciones públicas o privadas a fin de emitir un presupuesto para su implementación y sostenibilidad; permitiendo la participación de la población para que tome conciencia ambiental y social sobre la importancia del manejo responsable de los desechos domiciliarios.
- Al alcalde y a los funcionarios de la municipalidad estudiada, se les recomienda implementar programas de capacitación para los trabajadores encargados de brindar el servicio de baja policía, para la población generadora y para las instituciones educativas, las cuales deben realizar talleres de educación ambiental sobre la importancia y los beneficios del manejo adecuado de desechos domiciliarios.
- A los profesionales responsables del área ambiental de la municipalidad distrital de Cuñumbuqui, se les inculca implementar programas, capacitaciones, talleres sobre segregación domiciliaria, en-



focándose en la minimización, el tratamiento y la comercialización de desechos domiciliarios.

- A los funcionarios de la municipalidad de Cuñumbuqui, se les recomienda contratar profesionales expertos en temas de gestión y manejo de desechos domiciliarios para cumplir todos los objetivos propuestos y lograr el funcionamiento y la sostenibilidad de la propuesta.

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE DESECHOS DOMICILIARIOS MEDIANTE MÉTODOS DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los desechos sólidos no siempre fueron un problema, dado que, en la antigüedad, no generaba mucha preocupación al existir poblaciones pequeñas y espacios más amplios para su depósito; sin embargo, el crecimiento acelerado de la población y las migraciones (de campo a la ciudad), han posibilitado que el manejo inadecuado de los residuos se constituya en un problema global actual. Asimismo, en la época actual, las autoridades, poco o nada, realizan para frenar este problema.

Respecto a la localidad de Cuñumbuqui, esta presenta la problemática, desde su creación en 1933, por ello, ha presenciado un notorio abandono en el manejo apropiado de la basura y una pésima gestión de los desechos, a causa de múltiples factores. Al no presentar un servicio apropiado, la población y el mismo municipio usan botaderos a campo abierto para depositar sus desechos y, en consecuencia, convierten estos lugares en focos infecciosos que producen olores desagradables y deterioran el ambiente.

La recolección de los desechos domiciliarios en la localidad de Cuñumbuqui se realiza en un camión tipo volquete, con capacidad de tolva de 5 m³, por lo que este camión no facilita ni garantiza el transporte adecuado y seguro de los residuos sólidos. Además, esto puede ocasionar que bolsas, hojas, botellas y otros desechos se esparzan por la carretera para transportar los desperdicios hacia su

confinamiento definitivo. El esparcimiento de los desechos causa malestar en los transportistas y pasajeros que recorren tal vía, dado que genera contaminación visual o degradación paisajística, olores perturbadores y contaminación del suelo.

Tras un exhaustivo análisis de los resultados obtenidos en Cuñumbuqui, se considera factible proponer un sistema que mejore el manejo de los desechos domiciliarios, considerando tres elementos y promoviendo la segregación en los domicilios, el tratamiento y la comercialización de estos residuos. Para ello, se precisa de la ejecución de actividades determinadas que reduzcan el impacto negativo del mal manejo de desechos que se presenta en los hogares. A partir de ello, se asegura enormemente la sostenibilidad y una vida de calidad.

Esta propuesta contribuye a generar menos desechos y reciclarlos más dentro de los hogares y permite que las familias obtengan ingresos económicos mediante su organización y participación en las actividades programadas para la implementación de la propuesta. Este beneficio a las familias es posible por medio de la comercialización de los residuos que hayan sido seleccionados y clasificados con antelación.

Objetivo de la propuesta de desechos domiciliarios

Objetivo general

Mejorar el manejo de desechos domiciliarios en la localidad de Cuñumbuqui.

Objetivos específicos

- Segregar en la fuente los desechos domiciliarios que se generan en la localidad de Cuñumbuqui.
- Instalar un lugar de acopio y almacenamiento temporal de desechos domiciliarios recuperables.
- Promover la formalización de organizaciones o agrupaciones en el rescate, reciclado y comercialización de los desechos domiciliarios.

Los residuos sólidos

Los residuos sólidos, de manera general, son materiales orgánicos o inorgánicos que provienen de diversas fuentes como de las actividades humanas, los cuales después de un proceso de consumo y reutilización, pueden ser desechados. Estos materiales deben ser eliminados conforma a normas legales, dado que son un



riesgo para las personas.

Fundamentación

Para la fundamentación sociológica, el equipo de funcionarios, trabajadores y la población en general participa a fin de renovar y mejorar el manejo adecuado de los desechos domiciliarios. Asimismo, la propuesta mejora las relaciones sociales que son un factor clave para la sostenibilidad y fomenta una gestión saludable con el ambiente y la salud pública.

Para la fundamentación axiológica, esta propuesta facilita el trabajo en equipo en los campos ambiental y social, y la práctica de valores como la responsabilidad, la voluntad y el respeto hacia el medio ambiente y la sociedad. Estos valores se respaldan por normas y tratados orientados a alcanzar la sostenibilidad.

Para la fundamentación ecológica, mediante esta propuesta, se trata de generar conciencia respecto al entorno en que habitamos, reflexionando sobre situaciones adversas como el desgaste de los suelos, la contaminación del recurso hídrico y del aire y optando por la práctica de respeto, protección y preservación de todo lo que nos rodea.

Pilares

Como pilares, se tiene a la conciencia ambiental, la educación ambiental y el compromiso social. La conciencia ambiental se muestra como el sentido de compromiso que las personas poseen para cuidar el medio ambiente. La educación ambiental es el proceso formativo que posibilita la aparición de la conscientización sobre el medio ambiente y, además, impulsa el desarrollo de valores necesarios para usar los recursos racionalmente. Finalmente, el compromiso social refiere al involucramiento voluntario de una sociedad para mantener el bienestar integral en el lugar que radican.

Principios

Precautorio

Siempre se debe actuar con cautela y precaución para dirigirnos a la naturaleza a pesar de que no se cuentan con los conocimientos referidos al daño que el manejo inapropiado de los residuos sólidos puede ocasionar en el ambiente.

Interdependencia

Todo está conectado en la naturaleza, por ello, los humanos dependen de cada sistema que sustenta la vida. Esta dependencia genera que el inadecuado uso de

los recursos ocasione la destrucción ambiental.

Eficiencia y medida

Todo lo que se encuentra en la naturaleza no está dispuesto de manera gratis y, en consecuencia, la sobreexplotación de ella genera problemas de corte ambiental y social. A partir de tal afirmación, se debe trabajar en conjunto con las autoridades, instituciones y la población de una localidad para luchar contra el problema de los desechos domiciliarios y el deterioro ambiental.

Equilibrio

El uso de los recursos naturales por el humano no debe exceder lo sustentable ni la capacidad de resistencia de los ecosistemas con la finalidad de que se mantenga el equilibrio dinámico del ambiente.

Caracterización

La propuesta busca la integralidad ecológica, a través de programas y normas sobre sostenibilidad ecológica. También se enfoca que promover un mundo de interculturalidad y la adecuada articulación local por parte de las instituciones gubernamentales.

Contenido

Descripción de la institución

La municipalidad distrital de Cuñumbuqui es un gobierno local ubicado dentro de la provincia de Lamas y vela por el área usuaria, la cual es la oficina de división de gestión ambiental y servicio municipal.

Diagnóstico

El manejo de los desechos domiciliarios se ejecuta de manera improcedente por parte de los encargados de la gestión municipal. Por tanto, es imprescindible proponer programas para segregar los desperdicios en los hogares, reciclar y comercializar los desechos domiciliarios.

Factibilidad de la propuesta de desechos domiciliarios

La implementación de la propuesta ocurre por medio del área usuaria, dado que esta se encargará de acceder a un financiamiento y de establecer alianzas estratégicas bajo las pautas registradas en el decreto D.L. N° 1278– Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.



Importancia de la propuesta de desechos domiciliarios

La propuesta es relevante, dado que contribuye a cumplir lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1278 – Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Asimismo, esta propuesta se muestra como un factor actualizador de los instrumentos de gestión ambiental y, por ende, sirve para alcanzar un manejo óptimo de los desechos domiciliarios.

Desarrollo de la propuesta

En primer lugar, el desarrollo de la propuesta es posible a través de acción conjunta de autoridades, empresas y ciudadanos que cooperen con la mejora del manejo de los desechos domiciliarios. En la actualidad, la localidad de Cuñumbuqui posee un sistema de gestión de los residuos sólidos; sin embargo, tras un análisis respectivo, se estima que este sistema de gestión merece la incorporación de tres puntos: la segregación domiciliar, el tratamiento y la comercialización, con el objetivo de producir un desarrollo sustentable.

Mediante esta propuesta, se busca realizar capacitaciones sobre el uso sustentable de los recursos y el manejo integral de los residuos domiciliarios, programas de interacción social que permitan el intercambio de ideas respecto al manejo de los residuos tratados, difusiones sobre el manejo adecuado de desechos por medio de anuncios físicos y radiales y alianzas estratégicas entre diferentes entidades. En ese sentido, las actividades principales que el municipio distrital de Cuñumbuqui debe ejecutar son las siguientes:

- *Organizar y planificar:* las áreas responsables del municipio Cuñumbuqui deben coordinar, formar y designar un grupo técnico, y también desarrollar un cronograma de actividades.
- *Diseño del programa:* determinar el alcance del programa, identificar los desechos a segregar, tratar y comercializar, ubicar el área donde el programa será implementado, determinar cada característica de la segregación domiciliar, el tratamiento y la comercialización, ejecutar tareas y programas de sensibilización, distribuir responsabilidades entre los actores involucrados, realizar un plan operativo del programa, emitir un presupuesto para el funcionamiento del programa y revisar fuentes sobre financiamiento público y privado.
- *Implementación:* aprobar la propuesta mediante una ordenanza municipal y realizar actividades de implementación como el empadronamiento de participaciones y capacitaciones.
- *Sistematización:* reportar las actividades ejecutadas durante la implemen-

tación, sistematizar los resultados obtenidos, y analizar y valorar los beneficios sociales, económicos y ambientales de la propuesta.

Con la implementación de la propuesta, se segregará los residuos en la fuente para, luego, almacenarlos de manera eficiente y transportarlos en un vehículo idóneo para esta función. Posteriormente, se comercializará los residuos seleccionados y se tratará adecuadamente a los residuos excedentes a fin de que la gestión sirva para proteger y conservar el entorno de los pobladores.

Evaluación

Es necesario monitorear y evaluar la implementación de los programas mediante acciones planificadas según el cronograma de actividades y considerando el presupuesto asignado para cada actividad programada.

Vigencia

La vigencia de la propuesta está predestinada para diez años y, en cada semestre, se debe realizar una revisión tomando en cuenta las consideraciones propuestas para fortalecer el proyecto.

Retos

La implementación de la propuesta exige el compromiso de todo el equipo de gestión municipal, puesto este equipo debe emitir los documentos y trámites necesarios frente a las entidades nacionales competentes para su aplicación y ejecución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental, [EPA]. (2020). *Mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos: Una Guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo*. Agencia de Protección Ambiental (EPA). <https://bit.ly/3EL9QNA>
- Alarcón, R. (2017). La calidad de servicio y la fidelización del cliente de banca microempresa de la agencia Canto Grande de Scotiabank Lima-2017. [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16003/Alarc%c3%b3n_BRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Andersson, M., Söderman, M. y Sandén, B. (2019). Challenges of recycling multiple scarce metals: The case of Swedish ELV and WEEE recycling. *Resources Policy*, 63(4), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.resour-pol.2019.101403>.
- Arellano, D. (2013). "Propuesta para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Municipalidad de Valera del Estado de Trujillo-Venezuela". Tecana American University. Tesis doctoral. Trujillo-Venezuela.
- Artaraz, M. (2010). "Políticas Públicas para una Gestión Sostenible de Residuos Sólidos Municipales Urbanos en Ambientes Semiáridos, Aplicando el Modelo HELP en el Vertedero de Fuente Álamo-Murcia-España". Universidad del País Vasco. Tesis doctoral. Murcia España.
- Baum, L. (2021). The Evolution of America's Weak Recycling Waste Regime. En Baum, L. (Ed.), *Resisting Garbage. The Politics of Waste Management in American Cities* (19-44). University of Texas Press. <https://bit.ly/3EL9QNA>

[ly/3zuYY5z.](#)

- Bermúdez, W. (2019). Influencia de Educación Ambiental en la Gestión de Residuos Sólidos en la institución educativa Víctor Reyes Roca, distrito de Luyando, 2018. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNA. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1585/WBP_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bernache, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, 1(7), 72-98. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455744912004>
- Bertolucci, L., Stolte, B., Mattos, R., Jugend, D. y Gomes, R. (2019). Organic solid waste management in a circular economy perspective—A systematic review and SWOT analysis. *Journal of Cleaner Production*, 239(34), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118086>.
- Black, R. (septiembre 2013). Las cicatrices del calentamiento global desde la revolución industrial. *BBC NEWS*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/09/130926_ciencia_historia_cambio_climatico_np
- Brown, D. (2003). Manejo de residuos sólidos municipales. PROARCA. <https://bit.ly/3F1vywW>
- Cárdenas-Ferrer, T.; Santos-Herrero, R.; Contreras-Moya, A.; Rosa-Domínguez, E. y Domínguez-Núñez, J. (2019). Propuesta metodológica para el sistema de Gestión de los residuos sólidos urbanos en Villa Clara. *Revista Tecnológica Química*, 39(2), 471-488. <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v39n2/2224-6185-rtq-39-02-471.pdf>
- Carriel, R., Barros, C. y Fernández, M. (2018). Sistema de gestión y control de calidad: Norma ISO 9001:2015. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 2(1), 625-644. <https://doi.org/10.26820/recimundo/2.1.2018.625-644>
- Chiluisa, D. (2016). Estudio de la compactación de residuos sólidos en el proceso de raspado del cuero en la fábrica Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A. para reducir su volumen. [Tesis de licenciatura de la Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio digital de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/21751>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2017). *La ges-*



tión y manejo de residuos sólidos y sus propuestas regulatorias e impositivas. Naciones Unidas. <https://bit.ly/3HoibIR>

Contraloría General de la República. (s.f.). Instrumento de manejo de residuos sólidos 2020. https://doc.contraloria.gob.pe/portal_ecoeficiencia/Medidas_Ecoeficiencia/N%C2%B04-Instrumento_de_manejo_de_RRSS.pdf

D. L. N° 1278. Que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario Oficial El Peruano. (2017). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4/>

D. S. N° 002-2017-MINAM. Que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Ministerio del Ambiente-MINAM. Diario Oficial El Peruano. (2017). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-el-reglamento-de-organizacion-y-funciones-rof-del-decreto-supremo-n-002-2017-minam-1514373-1/>

D.S. N° 007-2017-MINAM. Que aprueba el Reglamento del numeral 149.1 del Artículo 149 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Diario Oficial El Peruano. (2017). <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-numeral-1491-del-articulo-149-de-la-decreto-supremo-n-007-2017-minam-1561812-1/>

Das, S., Lee, S. H., Kumar, P., Kim, K. H., Lee, S. S. y Bhattacharya, S. (2019). Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. *Journal of cleaner production*, 228(23), 658-678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.323>.

Datta, P., Mohi, G. y Chander, J. (2018). Biomedical waste management in India: Critical appraisal. *Journal of laboratory physicians*, 10(1), 006-014. https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.4103/JLP.JLP_89_17#:~:text=DOI%3A%2010.4103/JLP.JLP_89_17.

De Luna, A., Luna, J. y Martínez, J. (2018). Producción de composta mediante descomposición aeróbica de residuos orgánicos en huertos de guayaba. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 6(2), 81-88. <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/170>

De Morais, P., Appel, D., Gomes, A. P., Wenzel, H., Schalch, V. y Cimpan, C.

- (2018). Environmental assessment of existing and alternative options for management of municipal solid waste in Brazil. *Waste Management*, 78(8), 857-870. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.007>.
- Deschamps-Sonsino, A. (2018). *Smarter homes: how technology will change your home life*. Apress. <https://bit.ly/3zAzfZA>.
- Diario Oficial El Peruano (2021). *Peruano Generamos 21 mil toneladas diarias de basura*. El Peruano. <https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias-de-basura>
- Dilkes-Hoffman, L., Pratt, S., Lant, P. A. y Laycock, B. (2019). The role of biodegradable plastic in solving plastic solid waste accumulation. En Al-Salem, S. (Ed.), *Plastics to energy* (pp. 469-505). William Andrew Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813140-4.00019-4>.
- Duque, D. (2017). Modelo teórico para un sistema integrado de gestión (seguridad, calidad y ambiente). *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, (18), 115-130. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215052403009.pdf>
- El Barnossi, A., Moussaid, F. e Iraqi, A. (2019). Study of mycoflora associated with the decomposition of solid green household waste in the natural environment. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences*, 21(4), 865-872. <https://bit.ly/3G5B82R>.
- Fernando, J.; Barrios, G.; Muto, D. y Pedraza, J. (2014). Diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos urbanos en Cabinda, República de Angola. *Revista Centro Azúcar*, 41, 34-43. <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroazucar/2014/vol41/no1/4.pdf>
- Galvis, J. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. *Revista gestión y región*, 22, 101-119. <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/gestionregion/article/view/149/146>
- Gárate, R. (2016). Acopio de residuos sólidos y contaminación del medio ambiente en la región Lima. Universidad César Vallejo. Tesis doctoral. Lima.
- García, C., Nájera, H., Solís, M. y Vera, P. (2016). Manejo de residuos sólidos no peligrosos en una institución de educación superior. *Espacio*



- I+D Innovación más Desarrollo* 5 (12) 90-103. <https://doi.org/10.31644/IMASD.12.2016.a06>
- Ghosh, P., Shah, G., Sahota, S., Singh, L. y Vijay, V. (2020). Biogas production from waste: technical overview, progress, and challenges. *Bioreactors*, 89-104. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821264-6.00007-3>.
- Gobierno del Perú. (en línea). *Coronavirus en el Perú: casos confirmados*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/8662-ministerio-de-salud-coronavirus-en-el-peru>
- Haupt, M., Kägi, T. y Hellweg, S. (2018). Life cycle inventories of waste management processes. *Data in brief*, 19(4), 1441-1457. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.05.067>.
- Hermoso-Orzáez, M., Mota-Panizio, R., Carmo-Calado, L. y Brito, P. (2020). Gasificación de los residuos plásticos de luminarias. Caso estudio de conversión termoquímica de residuos plásticos en el Alto-Alentejo (Portugal) [PDF]. <http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/2529>
- Hernández, D. y Corredor, L. (2016). Reflexiones sobre la importancia económica y ambiental del manejo de residuos en el siglo XXI. *Revista de Tecnología*, 15(1), 57-76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6041529>
- Huamaní, C., Tudela, J. y Huamaní, A. (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno - Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 106-115. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.541>
- Instituto Nacional de Calidad. (2019). *Norma Técnica Peruana 900.058. Gestión de residuos: código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos*. Instituto Nacional de Calidad. <https://bit.ly/3JT3T4T>.
- Ishangulyyev, R., Kim, S. y Lee, S. (2019). Understanding food loss and waste—Why are we losing and wasting food? *Foods*, 8(8), 1-23. <https://doi.org/10.3390/foods8080297>.
- Istrate, I. R., Galvez-Martos, J. y Dufour, J. (2021). The impact of incineration phase-out on municipal solid waste landfilling and life cycle environmental performance: Case study of Madrid, Spain. *Science of The Total Environment*, 755(6), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142537>.
- Jambeck, J., Hardesty, B., Brooks, A., Friend, T., Teleki, K., Fabres, J., ... y Wilcox, C. (2018). Challenges and emerging solutions to the land-based

- plastic waste issue in Africa. *Marine Policy*, 96(10), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.041>.
- Jiménez, N. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17, 29-56. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1419>
- Jiménez, E., Flórez-Romero, R., Parra-Cristancho, O. y Zúñiga-Rincones, R. (2018). Manejo de residuos sólidos mediante la investigación como estrategia pedagógica en la escuela. *Cultura, Educación y Sociedad*, 9(1), 253-264. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7823448>
- Kedzierski, M., Frère, D., Le Maguer, G. y Bruzard, S. (2020). Why is there plastic packaging in the natural environment? Understanding the roots of our individual plastic waste management behaviours. *Science of the Total Environment*, 740(43), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139985>.
- Kwabena, D., Kaliluthin, A. y Kumar, D. (2020). Exploration of waste plastic bottles use in construction. *Civil Engineering Journal*, 6(11), 2262-2272. <http://dx.doi.org/10.28991/cej-2020-03091616>.
- Leiton, N. y Revelo, W. (2017). Gestión integral de residuos sólidos en la empresa CYRGO SAS. *Tendencias*, XVIII(2), 103-121. <http://dx.doi.org/10.22267/rtend.171802.79>
- Ley 27314. Ley General de Residuos Sólidos (23 de diciembre de 2016). <https://bit.ly/3mQYZvy>
- Loizia, P., Voukkali, I., Zorpas, A., Pedreño, J., Chatziparaskeva, G., Inglezakis, V., Vardopoulos, I. & Doula, M. (2021). Measuring the level of environmental performance in insular areas, through key performed indicators, in the framework of waste strategy development. *Science of The Total Environment*, 753(4), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141974>.
- López, D. (2016). El valor público y los acuerdos de integración económica en Colombia. *Administración y Desarrollo*, 46(1), 72-88. <http://esapvirtual.esap.edu.co/ojs/index.php/admindesarro/article/view/74>
- López, Y. y Franco, B. (2020). Gestión de residuos sólidos urbanos: un en-



- foque en Colombia y el departamento de Antioquia. *Cuaderno Activa*, (12), 13-19. <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/808/916>
- Mancheno, M., Astudillo, S., Arévalo, P., Malo, I., Naranjo, T. y Espinoza, J. (2015). Aprovechamiento energético de residuos plásticos obteniendo combustibles líquidos, por medio de pirólisis la granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, 23(1), 60-71. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.06>
- Margallo, M., Ziegler-Rodriguez, K., Vázquez-Rowe, I., Aldaco, R., Irabien, Á. y Kahhat, R. (2019). Enhancing waste management strategies in Latin America under a holistic environmental assessment perspective: A review for policy support. *Science of the Total Environment*, 689(44), 1255-1275. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.393>.
- Mech, A., Rasmussen, K., Jantunen, P., Aicher, L., Alessandrelli, M., Bernauer, U., Bleeker, E., Bouillard, J., Di Prospero, P., Draisci, R., Dusinska, M., Encheva, G., Flament, G., Haase, A., Handzhiyski, Y., Herzberg, F., Huwyler, J., Jacobsen, N., Jeliazkov, N., ... y Apostolova, M. (2019). Insights into possibilities for grouping and read-across for nanomaterials in EU chemicals legislation. *Nanotoxicology*, 13(1), 119-141. <https://doi.org/10.1080/17435390.2018.1513092>.
- Meo, S. (2021). *Environment pollution and the brain*. CRC Press. <https://bit.ly/3EQvcJz>
- Millati, R., Cahyono, R., Ariyanto, T., Azzahrani, I., Putri, R. y Taherzadeh, M. (2019). Agricultural, industrial, municipal, and forest wastes: An Overview. En Taherzadeh, M., Bolton, K., Wong, J. y Pandey, A. (Eds.), *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches* (1-22). <https://bit.ly/3q4OuXr>.
- Ministerio de Salud. (2017). Vigilancia de residuos sólidos. MINSA. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4519.pdf>
- Ministerio de Salud. (diciembre 2021). *Sala Situacional COVID-19 Perú*. Ministerio de Salud. https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp
- Ministerio del Ambiente. (2013). Reciclaje y disposición final segura de residuos sólidos. MINAM. <http://www.ods.org.pe/material-de-consulta/28-parte-3-reciclaje-y-disposicion-final-segura-de-residuos-solidos->



-minam/file

- Ministerio del Ambiente. (2015). Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos. MINAM. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). Residuos y áreas verdes. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/aprende-prevenir-efectos-mercurio-modulo-2-residuos-areas-verdes>
- Mohammadi, M., Jämsä-Jounela, S. y Harjunkoski, I. (2019). Optimal planning of municipal solid waste management systems in an integrated supply chain network. *Computers & Chemical Engineering*, 123(4), 155-169. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.12.022>.
- Mohanty, S., Koul, Y., Varjani, S., Pandey, A., Ngo, H., Chang, J., Wong, J. y Bui, X. (2021). A critical review on various feedstocks as sustainable substrates for biosurfactants production: a way towards cleaner production. *Microbial cell factories*, 20(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01613-3>.
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Norma Técnica NTP 900.058.2005. (2005). Gestión Ambiental. Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos. <https://www.snp.org.pe/wp-content/uploads/2016/06/NTP-900.058.2005.pdf>
- Ochoa, J. (2014). “Los Vertederos de Basura y sus Impactos Socio Ambientales en la Población Circunvecina el Caso del Vertedero de Milpilla, Tetlama”. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis doctoral. Morelos-México.
- Ochoa, M. (2018). *Gestión integral de residuos: Análisis normativo y herramientas para su implementación*. Universidad del Rosario (Ed.). <https://bit.ly/3f-3qP3b>
- Rabbani, M., Mokarrari, K. y Akbarian-Saravi, N. (2021). A multi-objective location inventory routing problem with pricing decisions in a sustainable waste management system. *Sustainable Cities and Society*, 75(12), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103319>.



- Ramzan, S. (2019). *Synthesis, engineering and development of nano/micro anti-bacterial composites for drug delivery* [tesis de Doctorado, De Montfort University]. British Library: EThOS. <https://dora.dmu.ac.uk/handle/2086/20265>.
- Rodríguez, J. (2020). De los sistemas de gestión al modelo integrado de planeación y gestión en el sector público: una revisión del caso colombiano. *READ: Revista electrónica de administración*, 26(1), 137-175. <https://doi.org/10.1590/1413-2311.281.97181>
- Romanescu, G., Stoleriu, C. y Miha-Pintilie, A. (2020). Implementation of EU Water Framework Directive (2000/60/EC) in Romania—European Qualitative Requirements. En Negm, A., Romanescu, G. y Zeleňáková, M. (Eds.), *Water Resources Management in Romania* (17-55). Springer, Cham. <https://bit.ly/3zuvV1O>.
- Romano, G., Marciano, C. y Fiorelli, M. (2021). *Best Practices in Urban Solid Waste Management*. Emerald Publishing Limited. <https://bit.ly/32YopQX>.
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E. y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>
- Rondón, E.; Szantó, M.; Pacheco, J.; Contreras, E. y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>
- Sadh, P., Duhan, S. y Duhan, J. (2018). Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresources and Bioprocessing*, 5(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40643-017-0187-z>.
- Sáez, A. y Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe *Omnia*, 20(3), 121-135. <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). *Protocolo de Kioto sobre cambio climático*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/protocolo-de-kioto-sobre-cambio-climatico?idiom=es>
- Segura, A., Rojas, L. y Pulido, Y. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41 (17), 22-30. <http://es.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

- Sengul, A. y Asmatulu, E. (2020). Toxicity of metal and metal oxide nanoparticles: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 18(5), 1659-1683. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01033-6>.
- Solórzano, G. y Villalba, L. (2018). Tratamiento y valorización de residuos sólidos urbanos. En Tello, Campani y Sarafian, Gestión integral de residuos sólidos urbanos (75-101). AIDIS. <https://bit.ly/3FXnlem>
- Struk, M. y Boďa, M. (2022). Factors influencing performance in municipal solid waste management – A case study of Czech municipalities. *Waste Management*, 139(3), 227-249. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.09.022>.
- Tchobanoglous, G., Thiessen, H. y Eliassen, R. (1982). *Desechos sólidos. Principios de Ingeniería y Administración*. México: Mc Graw Hill. <https://b-ok.lat/book/2724274/7177bc>
- Tognacchini, A., Rosenkranz, T., Van der Ent, A., Machinet, G., Echevarria, G. y Puschenreiter, M. (2020). Nickel phytomining from industrial wastes: Growing nickel hyperaccumulator plants on galvanic sludges. *Journal of Environmental Management*, 254(2), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109798>.
- Troncos, I., Maldonado, O. y Ortega, D. (2020). Calidad del servicio y satisfacción del cliente de la empresa transporte Cruz del Sur Cargo S.A.C. Santa Anita 2018. [Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana de las Américas]. Repositorio Universidad Peruana de Las Américas. <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/bitstream/handle/upa/887/Troncos%20-%20Maldonado%20-%20Ortega.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad Cooperativa de Colombia. (2018). *Sistema de Gestión Integral*. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://www.ucc.edu.co/gestion-integral/Paginas/inicio.aspx>
- Universidad de Santander. (2020). *Protocolo de bioseguridad para el manejo de residuos sólidos generados en el retorno de las actividades presenciales, relacionados con las medidas de prevención ante la pandemia del Covid-19*. Universidad de Santander. https://udes.edu.co/images/micrositios/sg-sst/documentos/protocolos/protocolo_manejo_residuos_retorno_actividades.pdf
- Urbina-Reynaldo, M. y Zuñiga-Igarza, L. (2016). Modelo conceptual para la gestión de los residuos solidos domiciliarios. *Ciencias Holguín*, 22(3), 1-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181546432004>

- Valmorbida, N., Lermen, F. y Echeveste, M. (2021). A systematic literature review on food waste/loss prevention and minimization methods. *Journal of Environmental Management*, 286(10), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112268>.
- Vilca, A. (2014). “Influencia de un Programa de Capacitación en la Gestión de Residuos Sólidos en el Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas del Norte”. Universidad de Trujillo. Tesis doctoral. Trujillo, Perú.
- Villegas-Cornelio, V. y Laines, J. (2016). Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 407-421. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342017000200407&script=sci_arttext
- Wardley, T. (2021). *The Eco Hero Handbook. Simple Solutions to Tackle Eco-Anxiety*. Ivy Press. <https://bit.ly/3zzHvZR>.
- Wienchol, P., Szlęk, A. y Ditaranto, M. (2020). Waste-to-energy technology integrated with carbon capture—Challenges and opportunities. *Energy*, 198(9), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117352>.
- Xiong, X., Liu, X., Yu, I., Wang, L., Zhou, J., Sun, X., Rinklebe, J., Shaheen, S., Sik, Y., Zhang, L. y Tsang, D. (2019). Potentially toxic elements in solid waste streams: Fate and management approaches. *Environmental pollution*, 253(10), 680-707. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.07.012>.

Keller Sánchez Dávila

Correo: ksanchezd@unsm.edu.pe

Perfil: Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Humana y Docente de pre y posgrado en la Universidad Nacional de San Martín. Doctor (C) Salud Pública, Doctor en Gestión Pública y Gobernabilidad. Magister en Gestión y Políticas Públicas, Magister Scientiae en Salud Pública y Maestro en Gestión Pública.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3911-3806>

Afiliación: Universidad Nacional de San Martín.

Andi Lozano Chung

Correo: alozanchu@unsm.edu.pe

Perfil: Docente de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín. Doctor en Gestión Pública y Gobernabilidad. Magister en Gestión Pública y Magister Scientiae en Gestión Ambiental. Gerente General de Tusan ingenieros consultores

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2794-1535>

Afiliación: Universidad Nacional de San Martín.



**EDITORIAL
KUNTUR**