

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Propuesta de un sistema de gestión de residuos sólidos para mejorar el
impacto ambiental del mercado Moshoqueque en Leonardo Ortiz**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Wendy Eliana Cabrejos Saavedra

ASESOR

William Enrique Escribano Siesquen

<https://orcid.org/0000-0003-3086-1170>

Chiclayo, 2025

**Propuesta de un sistema de gestión de residuos sólidos para
mejorar el impacto ambiental del mercado Moshoqueque en
Leonardo Ortiz**

PRESENTADA POR

Wendy Eliana Cabrejos Saavedra

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Abel Gonzáles Wong
PRESIDENTE

Alexander Querevalú Morante
SECRETARIO

William Enrique Escribano Siesquen
VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por darme la salud, capacidad, fuerza y determinación de cumplir mi más anhelado sueño, ser Ingeniero Industrial, a mis amados hijos Miguel y Diego por dar sentido a mi vida, a mis padres por el don de la vida y por ponerme en el momento y lugar correcto para ser una mujer consciente de sus capacidades y fortalezas, del compromiso que tengo con mi familia y sobre todo con la sociedad, a mis abuelos que cultivaron lo mejor en mí y me inculcaron siempre a estudiar y afrontar la vida con integridad, entereza, sabiduría, honestidad, tesón y resiliencia.

Agradecimientos

A mi Asesor de tesis, el Mgtr. William Escribano por guiarme en esta ardua labor compartiendo su gran sabiduría, mostrando dedicación, paciencia, profesionalismo y calidad humana que me permitió realizar un trabajo de grado a la altura del título profesional que ostento, así mismo agradecer al Ing. Edward Aurora V. e Ing. Abel González W. por guiarme con dedicación en el proceso metodológico de la elaboración del presente trabajo.

REVISIÓN 100 CABREJOS SAAVEDRA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19% INDICE DE SIMILITUD	18% FUENTES DE INTERNET	10% PUBLICACIONES	8% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	1library.co Fuente de Internet	1%
4	documentop.com Fuente de Internet	1%
5	rinacional.tecnm.mx Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.up.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
8	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	10
Materiales y métodos	15
Resultados	17
Discusión	23
Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Referencias.....	29

Resumen

Uno de los mercados más importantes de la región Lambayeque en el distrito de José Leonardo Ortiz posee un inadecuado sistema de manejo de sus residuos sólidos, es por ello se evidencia en sus calles y pasillos cúmulos de desechos orgánicos, inorgánicos, lixiviados, malos olores, insectos y el riesgo latente de la afectación a la salud y comercio de miles de chiclayanos. Se logró diagnosticar la situación actual gracias a la observación, la revisión bibliográfica y la construcción de un diagrama de Ishikawa para identificar las diversas causas y el efecto en el medio ambiente, posterior a ello se ofrece un sistema de gestión basado en cuatro fases, la primera fase contempla un sistema de contenerización según la NTP 900.058:2 019 y un plan de capacitaciones a fin que la generación, separación y almacenamiento se logre implementar adecuadamente, con la propuesta se pudo mejorar la segregación en un 32,2% y una contenerización de 81,66%. En la segunda etapa que contempla la recolección y transporte se realizó el cálculo de la contenerización, número de barredores, la separación del mercado en 15 sectores, horarios de recojo y barrido, en este aspecto se logró mejorar 68,24% en la cantidad de zonas de barrido cubierta y 67,76% de incremento en el nivel de cumplimiento del volumen recolectado. Para la tercera etapa o aprovechamiento gracias al método de micro y macro localización se logró sugerir una planta procesadora de residuos sólidos para generar compost y humus de lombriz californiana, con ello se pudo aprovechar las 76,91 tn de residuos orgánicos aprovechables y 21,87 toneladas de inorgánicos que podrán ser dispuestos para la venta. En la última etapa de la disposición final se logró reducir a 17,68% de las 120 tn diarias que se generan en el mercado para disposición final al vertedero designado por la municipalidad, así mismo, se logró ahorrar por concepto de infracciones ambientales según DS.024-2017-VIVIENDA un monto de S/ 742 500,00 al año lo que permite utilizar ese presupuesto en el desarrollo de otras mejoras dentro del distrito.

Palabras clave: Residuos sólidos municipales, Sistemas de gestión ambiental, segregación de residuos.

Abstract

One of the most important markets in the Lambayeque region in the district of José Leonardo Ortiz has an inadequate solid waste management system, which is why its streets and aisles are littered with organic and inorganic waste, leachates, bad odors, insects and the latent risk of affecting the health and commerce of thousands of Chiclayans. The current situation was diagnosed through observation, literature review and the construction of an Ishikawa diagram to identify the various causes and the effect on the environment, after which a management system based on four phases is offered, the first phase includes a containerization system according to NTP 900.058:2 019 and a training plan to ensure that the generation, separation and storage is properly implemented, with the proposal could improve segregation by 32,2% and a containerization of 81,66%. In the second stage, which includes collection and transportation, the calculation of containerization, number of sweepers, separation of the market into 15 sectors, collection and sweeping schedules was carried out; in this aspect it was possible to improve 68.24% in the number of sweeping areas covered and 67,76% increase in the level of compliance with the volume collected. For the third stage or utilization, thanks to the micro and macro location method, a solid waste processing plant was suggested to generate compost and Californian worm humus, which made it possible to use 76,91 tons of usable organic waste and 21,87 tons of inorganic waste that could be sold. In the last stage of the final disposal it was possible to reduce to 17,68% of the 120 tons per day that are generated in the market for final disposal to the landfill designated by the municipality, likewise, it was possible to save by concept of environmental infractions according to DS.024-2017-VIVIENDA an amount of S/ 742 500.00 per year which allows to use that budget in the development of other improvements within the district.

Keywords: Municipal solid waste, environmental management systems, waste segregation.

Introducción

El Banco Mundial informa que el mundo se encuentra en una dirección donde la generación de residuos sólidos supera en más del doble al crecimiento demográfico haciendo que las poblaciones más vulnerables se alejen mucho más de la brecha del desarrollo, en su más reciente publicación *What a waste 2.0* presenta un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta el año 2050, así mismo señala que al año son generadas más de 2010 millones de toneladas de desechos municipales sólidos que de no tomar un plan de acción a corto plazo esta cifra crecerá un 70% y se convertirán en más de 3400 millones de toneladas para el año 2050. En cuanto a niveles mundiales de generación de residuos al año Asia oriental y el Pacífico encabezan esta impresionante lista con más de 468 millones de toneladas, seguido por Europa y Asia Central que contribuyen con 392 millones de toneladas al año, por otra parte América del norte así como América latina y el Caribe generan más de 289 y 231 millones de toneladas respectivamente, por último África genera 303 millones de toneladas de desechos al año, esto demuestra que en países donde el ingreso per cápita es bajo, más del 90% de los desechos no es gestionado adecuadamente por lo tanto esto permite que las emisiones contaminantes y el grave riesgo de desastres se incremente y afecte a las poblaciones más frágiles teniendo en cuenta que el Banco Mundial afirma que un tercio de estos desechos sólidos contaminantes se vierte o incinera a cielo abierto, esta ausencia en la gestión de residuos sólidos afecta el medio ambiente, el clima, el desarrollo económico a nivel global [1].

El escenario en el Perú según datos suministrados por el Ministerio del Ambiente (MINAM) a través de los reportes emitidos desde el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), los peruanos generan más de 4 mil Toneladas de residuos sólidos municipales a nivel departamental y se incrementa anualmente en un 10% aproximadamente, así mismo la generación per cápita de residuos sólidos municipales al 2017 es de 0,79 kg / habitante / día [2] tal como se puede ver en la gráfica en el Anexo N°01.

Así mismo el Sistema Nacional de Información Ambiental señala que la proporción de desechos sólidos urbanos que son recogidos periódicamente y con una descarga final adecuada respecto del total de desechos urbanos que se generan a nivel nacional es de 54,94% tal como se puede observar en la gráfica del Anexo N° 02 [2].

Desde el punto de vista económico existe una interesante valoración en la toma de decisiones al momento de realizar una compra dentro del distrito de José Leonardo Ortiz donde Cayotopa [3] demuestra que la acumulación de residuos sólidos representa una externalidad negativa que influye directamente en la toma de decisiones de los consumidores no solo actuales si no potenciales, esto en otras palabras la exposición de residuos sólidos inciden negativamente en los procesos comerciales, dónde José Leonardo Ortiz ocupa el primer lugar con mayor nivel de afectación o impacto 2,69% con respecto a Chiclayo con 2,26% y La Victoria con 1,71%.

Según la oficina de gestión integral de contaminación ambiental de la municipalidad de José Leonardo Ortiz, la generación de aproximadamente 120 toneladas diarias de residuos sólidos, esto debido en primer lugar ausencia de programas o estrategias en la segregación de RSU, por otra parte existe déficit de maquinarias y equipos que permitan llevar a cabo una gestión más eficiente, además los comerciantes demostraron falta de compromiso en la asistencia de capacitaciones, así mismo a esta grave problemática se integra la disposición de residuos orgánicos e inorgánicos directamente al ambiente de los proveedores que desembarcan los días martes y viernes procedentes de la sierra y selva dejando como saldo papel, cartones además de lo ya mencionado [4]. En la actualidad son más de 100 mil usuarios que asisten a un mercado que posee un evidente problema medioambiental donde sólo es recogida de forma diaria aproximadamente 40 toneladas de desechos sólidos, donde el 64,09% es de origen orgánico y 17,68% de materia inorgánica, solo un 26,87% de los residuos orgánicos son pobremente clasificados sin ningún tipo de disposición o aprovechamiento, toda esta problemática trayendo como consecuencia más de 5 060 habitantes con problemas en el sistema respiratorio, 1 649 con problemas en el sistema digestivo y 3 218 con enfermedades infecciosas y de origen parasitario [5].

El mercado Moshoqueque genera aproximadamente 9 millones de soles anuales y cuenta con más de 10 mil comerciantes el 60% de ellos son informales [6], esto convierte un gran desafío para la municipalidad disminuir la gran cantidad de desechos municipales, mediante el estudio sobre el manejo y gestión de desechos en el mercado Moshoqueque y su impacto, en el diagnóstico se obtuvo un impacto ambiental negativo de 348 tal como se puede apreciar en la Matriz de Leopold en el Anexo 04.

Es por ello cabe realizar la siguiente interrogante ¿En qué medida la propuesta de sistema de gestión de residuos sólidos reducirá el impacto ambiental del mercado Moshoqueque?, para ello se propone en la presente investigación los siguientes objetivos, en primer lugar, Proponer un

sistema de gestión de residuos sólidos que permita reducir el impacto ambiental del mercado Moshoqueque del distrito de José Leonardo Ortiz. Realizar el diagnóstico de la gestión de residuos sólidos para determinar el impacto ambiental en el mercado Moshoqueque del distrito de José Leonardo Ortiz. Elaborar la propuesta de sistema de gestión de residuos sólidos para mejorar el impacto ambiental y económico en el mercado Moshoqueque del distrito de José Leonardo Ortiz. Evaluar el impacto ambiental y económico del sistema de gestión propuesto.

Por consiguiente, debido a la gran agresión ambiental y en la salud de más de 161 717 [6] ciudadanos la presente investigación permitirá diagnosticar el daño ambiental y económico existente en el mercado Moshoqueque además de proponer un sistema de gestión de residuos sólidos adecuado que permitirá beneficiar a comerciantes, vecinos, compradores ya que mejorará los factores ambientales en el aire, agua, suelo, flora, fauna y social de 505 unidades según las matrices de Leopold diagnóstica y de evaluación final según anexos 04 y 19, además se permitirá percibir un adecuado nivel del orden dentro y fuera del mercado con ello mejorando el nivel de ventas y calidad de vida, en segundo lugar generar una cultura sobre el manejo y cuidado del medio ambiente como medida de precaución para prevenir enfermedades infectocontagiosas, su propagación y la contaminación ambiental.

Revisión de literatura

Cárdenas *et. al.* [7] propusieron una metodología que permita minimizar la ineficiente gestión de los RSU existente en la ciudad de Santa Clara, Cuba. En primer Lugar, propusieron una guía metodológica para el tratamiento adecuado de la gestión RSU, posterior a ello validaron mediante la aplicación al caso, determinaron que el recojo y transporte solo cubre el 72,56% de la demanda total. Así mismo se observó que el almacenaje RSU se da en condiciones totalmente inadecuadas, no hubo uniformidad en los envases de recolección, falla en la frecuencia de recogida, rutas de recolección sin gestión logística adecuada, los vehículos de recojo no presentaban estandarización, las rutas trazadas no permitieron el aprovechamiento eficiente de la capacidad de las unidades, ausencia de control de los viajes al vertedero autorizado, dicho vertedero con pésimas condiciones sanitarias, es por ello los investigadores proponen el manejo de RSU mediante el uso del almacenaje, recolección, transporte, tratamiento y disposición final en el relleno sanitario, sugieren el horario de recolección matutino antes del inicio del flujo del tránsito, estandarizar contenedores y vehículos de recojo siendo los mejores contenedores las bolsas de plástico polietileno 3 a 100 l.

Salazar, A. y Hernández, C. [8] el objetivo de esta investigación fue mejorar la imagen urbana del municipio para fortalecer el turismo, en primer lugar lograron identificar y caracterizar los elementos principales de un sistema de gestión integral de RSU y los clasifica en 4 fases; 1) Volumen de generación y gestión o procesamiento, 2) organización y funcionamiento, 3) Limpieza y recolección, 4) valorización, aprovechamiento, tratamiento y disposición final para analizar su eficiencia a partir de 20 indicadores distribuidas en las fases ya descritas. El resultado principal arrojó que el 73% de los consultados no conoce como segregar adecuadamente, además demostraron que la eficiencia global que se pudo evidenciar tuvo un nivel medio de eficiencia (51%), por otra parte existe un 27% que si sabe segregar entre orgánicos e inorgánicos pero el 71% no lo aplica y el 20% implementa la separación adecuada, así mismo el 73% si está dispuesto a aplicar este ejercicio en la segregación, no poseen unidades con capacidad para realizar la recolección separadas de los residuos (0%), se deben establecer contenedores para la segregación mínima a lo largo del municipio, crear un plan para el recojo de residuos peligrosos.

Baldera, K. [9] el objetivo principal fue atenuar la realidad problemática a través de la caracterización de los desperdicios alimenticios reciclables y aprovechables en el Moshoqueque con la propuesta de un edificio de gestión de desperdicio, mediante la técnica de observación directa e indirecta, la revisión documentaria que le permitió conocer los diferentes procesos de los residuos orgánicos además de determinar el lugar de emplazamiento de la planta procesadora que propuso para el tratamiento de más de 2 028 kg de desperdicio al día (procedentes de pescado). Como resultado Recomendó la construcción de un edificio aledaño como parte de la solución al problema medioambiental para el tratamiento de 2 623 kg de desperdicios aptos para su reutilización aplicando la metodología de las 3R.

Chen *et al.* [10] con el objetivo de plasmar las primeras estimaciones acerca de la generación de RSU desde 1 965 hasta el 2 100 además de proyectar los impactos ambientales resultantes para lograr generar estimaciones iniciales acerca de la generación de residuos pasada y futura para cada país, Aplicando la regresión bayesiana composicional, en primer lugar los autores aplicaron un marco de estimación de las tendencias y los impactos de los RSU mediante un modelo de optimización, luego realizan la regresión lineal de las cifras totales y sus porcentajes de residuos sobre el PIB, por último dan uso a las proyecciones generadas como materia prima para los modelos de impactos importantes para el medio ambiente. Como resultado del estudio que la generación RSU decrecen con respecto al desarrollo económico, por otra parte, así mismo

señalan que hay una disminución del 47% al 39% en la proporción mundial de residuos orgánico mientras el resto de los residuos como por ejemplo el papel aumenta, en cuanto a los residuos tratados en los vertederos se disminuye de 28% al 18% y en el mundo se observa una tendencia en el tratamiento de residuos para el reciclaje, compostaje y recuperación de energía. En conclusión, los países con mayor cantidad de riqueza generan una gran cantidad de residuos, a nivel general muchos residuos valiosos no se reintegran dentro de la economía circular es por ello recomiendan reciclaje, compostaje o la generación de nuevas energías.

Coacalla *et. al.* [11] El objetivo principal fue establecer el impacto de indicadores de gestión en cuanto al manejo de RSU en la municipalidad de Apurímac en Perú, los indicadores operacionales son: Limpieza (pública / barrido), recolección, transferencia de RSU, disposición final, donde se determinó que los indicadores de gestión influyen de forma positiva e importante dentro del manejo integral de residuos sólidos, por otra parte se obtiene como observación que la percepción sobre la calidad del servicio que brinda la municipalidad es deficiente (61,58%). Finalmente concluyen que la población evalúa de forma negativa la gestión estudiada debido a que la municipalidad no cumple con el uso de los indicadores de gestión ambiental por lo que el estudio determina que existe una correlación positiva, moderada y significativa entre el problema y la ineficiente aplicación de los indicadores.

Castro, S. [12] con el objetivo de ampliar la producción de abono orgánico mediante la mejora del compostaje para la gestión adecuada de residuos sólidos orgánicos, mediante la revisión documentaria y la caracterización de los residuos que ingresan a planta y la aplicación teórica del compostaje a través de microorganismos eficientes en sistema abierto, Como resultado se pudo dar solución al reaprovechamiento de 60 toneladas/ mes de materia orgánica y la producción de 15 toneladas de compost con la capacidad productiva de 700 Toneladas de residuos al año.

Colorado, H. y Echeverri, G [13] tuvo como objetivo principal el estudio de los RSU colombianos con respecto a las tendencias del PIB desde el punto de vista de un panorama regional y economías que lideran la región debido a que en la actualidad se están dando los primeros pasos para dar solución a la generación, gestión, reciclaje, valorización y aprovechamiento de los RSU, mediante el análisis de la base de datos estadísticos de cada país de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas y al contrastar la información pudieron determinar la relación entre la población urbana y la

actividad económica analizada, además realizaron una discusión con los sectores relacionados para validar las cifras que presentaron y evaluaron los diferentes residuos sólidos en Colombia además de evaluar su uso potencial según el grupo Composites una empresa relacionada con polímeros intermedios y compuestos. Se obtuvo como resultado que el 46% de los residuos en Colombia es materia orgánica por lo que es un indicador que la economía posee gran potencial para aprovechar el material recuperable y pueda transformarlo eficientemente reduciendo así su impacto en el medio ambiente, por otra parte en Colombia para el año 2 010 el por cada 1 000 000 USD del PBI se generó un total de 39,30 toneladas de residuos cantidad elevada con respecto a Brasil para el mismo índice de PIB se generó 28,35 toneladas por año, sin embargo la generación colombiana estuvo tres veces por debajo que lo generado por Bolivia, esta comparación revela la eficiencia productiva en estas tres economías siendo Brasil líder en generar la menor cantidad de residuos por cada unidad producida y contribuyente de su PBI.

Barandiarán, A. [14] con el objetivo de dar solución a la inadecuada gestión de los residuos sólidos municipales de Ferreñafe que trajo como consecuencia el exceso de la capacidad máxima del botadero municipal llevando a que zonas agrícolas y urbanas se vean afectadas, realizando una investigación bibliográfica de archivos brindados por la municipalidad y artículos científicos inherentes obtuvieron como resultado el aumento del 65% en la producción de residuos sólidos municipales, referente a la valorización de los residuos orgánicos se calculó 732 mw/h mediante el cálculo energético y utilizó la metodología de Moratorio, Rocco y Castelli donde determinaron la cantidad de metano que puede producir los residuos seleccionados, posterior a ello calcularon la masa y moles por componente y obtuvieron el volumen de producción de gas por un kilogramo de residuo, así mismo usaron un modelo matemático para la producción de energía eléctrica a partir de Biogás y obtuvieron el potencial energético.

Preciado, Edgar y Lara, Eder [15] tuvo como finalidad identificar las principales deficiencias en la gestión de RSU en Lima y callao con el objetivo de desarrollar una propuesta de mejora en la política de gestión de RSU. Mediante la aplicación de la metodología DELPHI como proceso donde convergen soluciones de expertos y se logró identificar los factores más relevantes como la segregación ineficiente, deficiencia en el cumplimiento de la gestión de RSU, baja recaudación de arbitrios, entre otros, como resultado arrojó la necesidad de implementar un sistema “paga por lo que arrojas” donde los usuarios deben realizar un pago por volumen mediante bolsas que estaban a la venta en locales específicos.

B. Ratnawati, *et. al.* [16] tuvo como propósito fundamental seleccionar el tratamiento adecuado en un vertedero para reducir las emisiones y cantidad de lixiviados contaminando y reduciendo así la capacidad del vertedero, mediante la observación de campo y muestreo de la composición de los desechos en Klaten Regency, además se analizó el flujo de materiales para el cálculo de lixiviados y emisiones, por último, compararon la eficacia y los beneficios de los vertederos. Como resultado final se identificó que el 55% pertenece a materia orgánica, 24% plásticos entre otros, el compostaje, la reducción, la conversión de RSU en energía y el reciclaje lograron reducir los lixiviados entre un 5,09% - 14,32%, las emisiones entre 11,31% - 44,8%, los residuos 14,13% - 65,97% y permitió proyectar la vida útil del vertedero se puede extender entre 3 y 14 años.

Residuos sólidos Municipales

Son todas aquellas materias en estado sólido o semisólido que proceden del descarte al finalizar la vida útil y provienen de actividades comerciales, de consumo, de fabricación, transformación, pueden poseer composición orgánica (biodegradable), inorgánica (no biodegradable) y voluminosa se consideran Residuos sólidos Municipales o Urbanos [17] son considerados insumos para industrias que permiten darle valor a los desechos gracias a las nuevas tecnologías y su carácter aprovechable y según la Ley D.L. 1278 la prioridad es la reducción como primera necesidad y la promoción de las economías circulares. La responsabilidad de la recuperación recae en el generador de residuos caso contrario la ley establece que el Estado es quien asume las acciones de recuperación y reconversión.

Caracterización de residuos

La caracterización es un instrumento de gestión que brinda información primaria inherente a las diversas características de los RSU, se implementa mediante el estudio de la cantidad y composición de los residuos sólidos en un lugar determinado y permite planificar a nivel técnico y operativo de la puesta en marcha del sistema de gestión [18].

Gestión integral de residuos

Conjunto de operaciones que permiten identificar las causas y efectos de la realidad problemática, así mismo planificar de forma estratégica mejoras según objetivos, metas y acciones a mediano plazo, así mismo se podía también conceptualizar como las acciones necesarias para dirigir y administrar, dentro del ámbito de residuos sólidos de origen municipal

o urbano y cuyo objetivo principal es generar el eficiente manejo y reaprovechamiento de residuos desde la generación hasta la disposición final tomando en cuenta un enfoque territorial, de inclusión social (por su carácter) y las estrategias de la economía circular incorporando estrategias de minimización, valorización y reaprovechamiento de los residuos sólidos [19].

Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS

MINAM refiere al método de manejo, planificación y gestión de residuos sólidos cuyo objetivo trascienden las divisiones político-administrativas y geográficas distritales, dicha metodología fue estructurada por el consejo nacional del ambiente (CONAM) con el objeto de promover la mejora de las condiciones de salud y ambiente. Así mismo este método engloba sus procesos en 4 etapas generales [20] tal como se puede ver en el anexo 06.

Materiales y métodos

Se realizó diagnóstico de la gestión de residuos sólidos para determinar el impacto ambiental en primer lugar se realizó la revisión bibliográfica con la finalidad de obtener indicadores sobre los volúmenes de los residuos sólidos según su tipo así mismo se utilizó el método de observación [21] que sirvió para aprender sobre la naturaleza, el comportamiento y la interacción de ciertas variables que se utilizaron como fundamento para la elaboración del diagrama de Ishikawa (ver anexo 05) a fin que aporte información relevante sobre la realidad problemática y la identificación de sus posibles causas [22], así mismo mediante la matriz de Leopold se efectuó la evaluación y valoración cualitativa de impactos ambientales (EIA) que permitió obtener una aproximación del impacto actual [23], de igual forma se tomaron en consideración estadísticas del sistema nacional de información ambiental (SINIA) para obtener los indicadores de las dinámicas ambientales sobre la generación total de residuos sólidos municipales y la proporción de desechos sólidos urbanos recogidos periódicamente y con una descarga final adecuada respecto del total de desechos sólidos urbanos.

Con respecto a la elaboración de la propuesta de gestión de residuos sólidos, en primer lugar, se realizó la revisión documental del Plan de gestión ambiental de residuos sólidos municipales (MINAM) con el objeto de obtener orientación de los pasos, etapas y criterios a nivel municipal según PIGARS tomando en cuenta la aplicación al área objetivo [24], así mismo se consideró los lineamientos internacionales propuestos por la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) [25], en ese sentido para el logro de la primera etapa de

generación, separación y almacenamiento, se propuso un programa de sensibilización y capacitación de los comerciantes, proveedores y usuarios que incluye materiales (folletos, banners, delantales), el diseño de programas de incentivos al mejor segregador (obsequios de vales de consumo, tickets de cine, entre otros), el diseño de las rutas de barrido por método de ruta fija con la asignación de zonas del mercado, que incluye la caracterización de implementos de limpieza, horario, procedimiento, el diseño de sistemas de separación y almacenaje de residuos en la fuente mediante la separación de orgánicos, reciclables y no reciclables. Para la segunda etapa que contempla la recolección y transporte, se diseñó la recolección mediante el método de puntos fijos para la parte interna y recolección contenerizada en puntos específicos, además de los horarios de recojo tomando en cuenta el tipo de residuo, y se propone los vehículos recolectores adecuados para la actividad. En cuanto a la tercera etapa de aprovechamiento, se propuso la estrategia de venta a empresas que adquieren los residuos reciclables a fin de que puedan reinsertarse a la economía y la fabricación de nuevos bienes, con respecto a los orgánicos se realizó un diseño inicial de una planta de compostaje con la finalidad de favorecer la reforestación municipal y/o apoyo a la agricultura local. Para la cuarta etapa de disposición final de los recursos no aprovechables se elaboró el diseño de horarios y rutas para el traslado al vertedero asignado para el municipio [26]. Así mismo, se contempló el diseño de brigada de apoyo para la supervisión y orientación constante al comerciante, proveedor y usuario con la finalidad de asegurar en una etapa inicial del aseguramiento de los objetivos trazados.

En virtud de los resultados se realizó la valoración del impacto ambiental mediante la aplicación de la matriz de Leopold de manera que pueda contrastarse con el diagnóstico inicial con el uso de la misma metodología, por otro lado, para evaluar el aspecto económico del sistema de gestión propuesto en primer lugar se tomó dos indicadores de gestión los más importantes como el nivel de segregación de RS y el nivel de puntos de recolección instalados, posterior a ello se realizó la evaluación de las propuestas tomando en cuenta el cumplimiento de las normas ambientales vigentes, se procedió a calcular el ahorro por concepto de impuestos en soles, así mismo se realizó el sistema de costos de las propuestas y de los gastos administrativos, finalmente se aplicó un estado de resultados con el cálculo de ingresos por concepto de ahorro en impuestos, costos operativos, la depreciación, además el cálculo de flujo de caja y los indicadores económicos VAN, TIR, PRI, COK y B/C.

Resultados

Los resultados obtenidos de la Observación directa son los siguientes; con respecto a las visitas realizadas al mercado Moshoqueque, en primer lugar, es evidente el precario manejo de residuos sólidos que producen debido a la actividad comercial, no se observan contenedores según NTP 900.058, 2019 ni ningún control de los residuos. En ese sentido, a lo largo del recorrido se observan residuos expuestos directamente al ambiente con presencia de vectores de infección, lixiviados y malos olores en zonas cercanas a pasillos y alrededores del mercado. Debido a la gran acumulación de RSU con exposición directa al ambiente, dicho esto, para satisfacer la necesidad de plantear una propuesta de mejora se identificaron las causas que permitió realizar un diagrama de Ishikawa (ver anexo 05) donde se identifican las razones por la cual es indiscutible la agresión ambiental presente y representa un riesgo para la salud, en vista de ello se observa debilidad en la promoción de una gestión integral y estratégica de RS, no se observa implementación de PIGARS, insuficiencia en la inversión de materiales e instrumentos que permitan la aplicación de este, así mismo no se evidencia durante los recorridos vigilancia y control de segregación tanto de los comerciantes, usuarios y proveedores.

Para generar consistencia en la etapa inicial es necesaria la planificación estratégica, es por ello se propone un ciclo de capacitaciones (ver anexo 17) que permitirán educar, sensibilizar a los usuarios, comerciantes, proveedores y ciudadanos [26].

Así mismo se plantea el uso de 06 personas para el proceso de barrido (ver anexo N° 07), tomando en cuenta el método de ruta fija, además del uso de carros para barrido manual (ver anexo N° 08), y los implementos adecuados para la correcta ejecución del barrido (ver anexo N° 09), además se propone la planificación del proceso de barrido dividido en 15 zonas del mercado Moshoqueque (ver anexo 10 y 11), el horario de barrido comprenderá desde las 20 h 00 hasta las 24 h 00 además de un supervisor que permita el cumplimiento de las tareas propuestas [27].

Propuesta del sistema de separación y almacenaje de residuos en la fuente mediante la separación de orgánicos, reciclables y no reciclables.

La primera etapa que consiste en la separación adecuada y almacenaje de residuos en la fuente, en primer lugar, se procedió a diseñar y señalar las tres zonas más importantes del mercado, así mismo cada zona posee áreas de trabajo donde estratégicamente se dispondrán los puntos de segregación con sus señaléticas y ubicaciones específicas según el croquis de referencia en el anexo N° 12. Así mismo, se brinda la caracterización de la estructura metálica que servirá de punto de acopio y área señalizada donde se dispondrá los contenedores según NTP 900.0582019 para la separación y almacenaje de RSU en los pasillos dentro del mercado, dicha estructura de hierro y alambre de 4 mm posee un peso de 80 kg y permitirá contener los tachos plásticos de 120 l donde se realizará la segregación adecuada tal como se puede observar en el anexo N° 13, por otra parte se distribuirán en 15 puntos de acopio donde corresponderá la instalación de la estructura metálica, 1 contenedor verde, marrón y negro de 120 l Cada uno formando un total necesario de 70 estructuras metálicas y 210 contenedores plásticos de polietileno de alta densidad HDPE (Anexo N° 14 y 15) que permitirán cubrir 25 200 l De residuos correctamente separados y que podrán ser trasladados a la contenerización de 1 100 l.

La etapa de separación y almacenaje de residuos en la fuente mediante la separación de orgánicos, reciclables y no reciclables será medida adecuadamente mediante los indicadores tal como se observa en (1) y (2).

$$\% \text{ de residuos correctamente segregados} = \frac{\text{Total de residuos correctamente separados tn}}{\text{Total general de residuos tn}} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ de puntos de recolección instalados} = \frac{\text{Puntos de recolección instalados}}{\text{Total general de puntos de recolección necesarios}} \times 100 \quad (2)$$

Con la aplicación del sistema de gestión se podrá observar el incremento de a la cantidad de residuos que son correctamente segregados de un 66,66% (79,99 tn) a un 98,86% (118,63 tn) con una tasa de incremento del 8.2% anual los primeros 5 años, así mismo la cantidad de puntos de recolección instalada se incrementará de 19,69% (25) a 98,35% (125) tal como se puede observar en el anexo 18.

Segunda etapa que contempla la recolección y transporte

Mediante el método de puntos fijos para la parte interna y recolección contenerizada en puntos específicos para la parte externa se permitirá cubrir 120 toneladas diarias de recolección en 5 turnos (ver anexo 17) de recolección que derivarán los 98,12 tn aproximadas de residuos aprovechables y 21,88 tn aproximadas de residuos sólidos No aprovechables posteriormente al vertedero.

En primer lugar, se realizó el cálculo del número de veces que deben ser recogidos los contenedores internos de 120 l, el detalle que permite se puede en el anexo 14, dónde deben ser recogidos 5 veces al día tal como se mira en (3).

$$N^{\circ} \text{ veces} = \frac{120 \frac{\text{tn}}{\text{día}}}{25,2 \frac{\text{tn}}{\text{día}}} = 4,76 \cong 5 \text{ veces al día} \quad (3)$$

Este recojo se realizará por una cuadrilla de 12 operarios tal como se mira en (4) que tendrán a cargo 06 puntos de recojo cada uno y deberán trasladar los contenedores 210 l hacia cada punto contenerizado externo más cercano y se puede observar el horario de recojo en el anexo 17 y la distribución por operario en el anexo 18.

$$\# \text{ de operadores} = \frac{\# \text{ puntos de recolección}}{\text{rango de 6 puntos de recolección por operador}} = \frac{70}{6} = 11,667 \cong 12 \text{ operadores} \quad (4)$$

Así mismo el cálculo del número de veces que deben ser recogidos los contenedores de 1100 l al día por los compactadores de carga trasera de 14 000 kg por cada 20 m³ recolectados, para el caso de residuos orgánicos que serán dispuestos para la etapa de aprovechamiento son de 4 turnos de recojo tal como se mira en (5), con una capacidad real de 19,22 tn de residuos orgánicos, la capacidad de diseño es de 20,9 y el margen de holgura en caso de sobreproducción de este tipo de residuos y que pueden ser cubiertos por el sistema propuesto es de 1,68 tn. Lo que significará un 91,96% de eficiencia en este proceso tal como se observa en (6), (Ver anexo 19). Los horarios propuestos toman en consideración las características de los residuos de origen orgánico [25].

$$N^{\circ} \text{ Turnos de recojo orgánicos} = \frac{76,91 \text{ tn}}{20,9 \text{ tn}} = 3,67 \cong 4 \quad (5)$$

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad de diseño}} = 91,96\% \quad (6)$$

Para el recojo de los contenedores de residuos aprovechables, la capacidad real de recojo es de 21,22 tn, la capacidad diseñada es de 20 tn que serán recogidos por la compactadora de carga trasera y las 1,22 toneladas serán trasladadas en la siguiente jornada. De igual forma será el tratamiento para los no aprovechables que serán recogidos en un solo turno en los horarios comprendidos entre las 16 h 00 y las 17 h 00. abarcando 21,88 tn.

El camión Recolector de basura a proponer es el modelo Heli PT-1000^a de carga trasera que permite un ciclo de compactación de 15 segundos y un tiempo de recarga de 6 s, generando una carga entre 600 y 700 kg/m³, equivalente a una carga compactada de 14 000 kg para 20 m³ recolectados, Ver anexo 20.

La segunda etapa podrá ser medida mediante el uso de los indicadores de gestión acerca del nivel de vehículos en operación en relación al total de unidades tal como se puede ver en la fórmula (7), el nivel de cobertura de recolección de residuos sólidos, así como en la fórmula (8), el nivel de cumplimiento en el barrido tal como se puede observar en la fórmula (9) y el cumplimiento del volumen recolectado diario como se puede ver en la fórmula (10).

$$\text{Nivel de recolección de RSU} = \frac{\text{Total vehiculos en operación}}{\text{Total de unidades empleadas para recolección}} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Nivel de cobertura de recolección de RSU} = \frac{\text{Puntos de recolección atendidos}}{\text{Total de puntos de recolección}} \times 100 \quad (8)$$

$$\text{Nivel de cumplimiento en el barrido} = \frac{\text{Turnos de recolección atendidos}}{\text{Total de turnos de recolección}} \times 100 \quad (9)$$

$$\text{Nivel de cumplimiento en el volumen de recolección} = \frac{\text{Total de residuos recolectados}}{\text{Total de residuos generados}} \times 100 \quad (10)$$

Debido a la propuesta se logrará incrementar la capacidad de recojo por unidad de 15 toneladas a 20 toneladas, por otra parte, el índice de cumplimiento de barrido se incrementará en un 68,24%, y el volumen recolectado en un 64,76% según se puede ver en el anexo 18.

Tercera etapa de aprovechamiento

Para la atención de las 21,87 toneladas de aprovechables no orgánicos (Plástico, cartón papel, vidrio) que se generan dentro del mercado, la estrategia que permite reciclar estos residuos contempla la estrategia de venta contribuyendo así con la mitigación del impacto ambiental

TABLA I
Cuadro de ingresos por la comercialización de residuos aprovechables expresados en kg/diarios

	VENTA		
	Ulloa S.A.	E.P.S. El trébol S.A.C.	Gestiones ambientales y sanitarias S.A.C.
Precio por Kg. Papel y cartón	0.35	0.50	0.40
Precio por Kg. Plástico	0.45	0.65	0.55
Precio por Kg. Vidrio	0.51	0.6	0.57
Kg. Papel	3 876	3 876	3 876
Kg. Plástico	11 724	11 724	11 724
Kg. Vidrio	6 276	6 276	6 276
Ingreso por Kg. Papel	S/1 356,60	S/1 938,00	S/1 550,40
Ingreso por Kg. Plástico	S/1 744,20	S/1 259,70	S/852,72
Ingreso por Kg. Vidrio	S/3 200,76	S/3 765,60	S/3 577,32

Elaboración propia

La mejor propuesta económica la da la empresa E.P.S. el trébol S.A.C., pues ofrece los mejores precios por kg De los desechos aprovechables, estos ingresos pueden ser destinados para la compra de dotación de EPPS y demás implementos que deben adquirirse de forma periódica.

Por otra parte debido a que los residuos orgánicos se encuentran caracterizados [5] y conforman 76.908 toneladas, se consideró el aprovechamiento de la composición física permite diseñar un práctico proceso de compostaje que permitirá brindar abono para los procesos de reforestación municipal y cuidado de jardines de parques, plazas y avenidas del municipio.

Para el compostaje se tomó en cuenta el uso de sistema abierto de pilas debido al bajo costo con respecto a los sistemas cerrados de compostaje además del uso de lombrices rojas californianas para apoyar al proceso de compostaje, este tipo de lombrices ingieren grandes cantidades de materia orgánica descompuesta y excreta un 60% de hummus de lombriz, sirve de igual forma para la alimentación en las industrias avícolas y porcinas, el proceso operativo de esta planta se puede observar en el anexo 21, por otra parte el humus de lombriz es inodoro, no fermentable y su apariencia es similar a la borra del café molido, posee hasta un 5% de nitrógeno, 5% de fósforo, 5% de potasio, 4% calcio, pH 7 y 7,5. Un núcleo de 10 000 lombrices permite obtener 50 kg mensuales de humus y permite la digestión de las pilas de compost [28].

El tamaño de las pilas no debe exceder 1,50 m de alto para permitir el correcto aireado y la proliferación de microorganismos con una masa crítica de 70 -100 kg de material biodegradable, una tonelada de materia orgánica corresponde a una pila por lo que al realizar

el tratamiento de 76 toneladas aproximadas diarias recolectadas se tendría que realizar 76 pilas que deben organizarse con espaciados diarios y semanales tal como se puede observar en el anexo 22, cada pila debe ser cubierta por pasto, hojas de plantas de plátano que permitan mantener los olores y las moscas controladas, una vez a la semana se mezclarán las pilas para que permita el aireado y homogeneización del material, el proceso de compostaje será de 6 meses, los primeros 3 meses debe humedecerse. Posterior a los 6 meses ya se tiene un compost maduro sin ingredientes fitotóxicos, patógenos ni materiales nocivos, a medida que el proceso de maduración se hace evidente la altura de las pilas van disminuyendo es por ello pueden unirse dos o más pilas para ir liberando el espacio para nuevas pilas.

El diseño de la planta de tratamiento se realizó mediante la micro y macro localización de planta mediante el método ponderado que permitieron ubicar la mejor localización dando como resultado la zona de Sagrado corazón de Jesús en José Leonardo Ortiz la mejor opción de ubicación de esta planta ver anexo 24, 25 y 26.

Para el cálculo del área de la planta se aplicó el método Güerchet dando como resultado un área total de 3 020,3 m², el área de recepción de materia prima es de 283,9 m², el área calculada para el almacenaje de insumos es de 50 m², el área de almacenaje de materia prima es de 100 m², el área de producción es de 722,7 m², áreas administrativas, vestidores, sanitarios, comedor, y demás necesarias 1 863,7 m² (ver anexo 27, 28 y 29).

La maquinaria necesaria para la producción de compost es una plataforma industrial FE, molino trozador con tornillo sin fin y balanza electrónica además de 13 operarios para llevar a cabo la mano de obra directa (anexo 30).

La etapa de aprovechamiento se podrá medir mediante el uso de los indicadores de gestión que permitirán evaluar el nivel de residuos orgánicos procesados tal como se puede ver en la fórmula (11), el nivel de residuos orgánicos aprovechables vendidos como se mira en la fórmula (12), y el índice de residuos orgánicos no aprovechables tal como se mira en (13).

$$\text{Nivel de residuos orgánicos procesados} = \frac{\text{Total de residuos orgánicos procesados}}{\text{Total de toneladas recolectadas}} \times 100 \quad (11)$$

$$\text{Nivel de residuos orgánicos aprovechables vendidos} = \frac{\text{Total de residuos aprovechables vendidos}}{\text{Total de residuos aprovechables recolectados}} \times 100 \quad (12)$$

$$\text{Nivel de residuos orgánicos no aprovechables} = \frac{\text{Total de residuos orgánicos que no cumplen características}}{\text{Total de residuos aprovechables recolectados}} \times 100 \quad (13)$$

El sistema de gestión propuesto permitirá aprovechar las 76,91 tn de residuos sólidos orgánicos y los 21,87 residuos inorgánicos (Anexo 18) que eran destinados en el botadero municipal ubicado en reque y podrán ser aprovechados para generar compost para obras municipales y la venta de inorgánicos por aproximadamente S/. 6 963,30 que permitirán invertir en el programa a futuro.

Cuarta etapa de disposición final

De las 87,76 toneladas que no eran adecuadamente atendidas, 66,54 toneladas pasaron a aprovecharse en la etapa anterior quedando 21,229 toneladas a ser dispuestas al botadero municipal logrando una reducción de 24,18% de residuos, dicha mejora se logró gracias a la propuesta del diseño de horarios y rutas para el traslado al vertedero asignado para el municipio siendo el mejor turno de recojo de no aprovechables el turno de las 16 h 00 ya que es el último turno de recojo de la contenerización externa y permite el traslado al vertedero designado por la Municipalidad.

Los puntos de recojo iniciarían en la Calle Venezuela, Kennedy, San Antonio, Ricardo Palma y culminarían en la calle Bolívar. El tiempo aproximado de traslado desde el punto de recojo hasta el botadero Municipal Distrital de Reque es de aproximadamente 45 minutos, cabe destacar que en este punto no es un sitio óptimo ya que no posee celdas transitorias adecuadas para la disposición final adecuada.

Discusión

Según Suyón la cantidad de RSU que se generan en el mercado Moshoqueque al día se pueden caracterizar en aprovechable y no aprovechable, además de la cantidad de RSU generados al día, los que son separados y almacenados temporalmente, aunque de forma deficiente, los recolectados para ser trasladados al botadero a cielo abierto y los que no pueden ser atendidos y quedan expuestos al ambiente [5], en el presente trabajo se ha realizado un contraste con la oficina de Gestión Integral de Calidad Ambiental (OGICA) donde informan que son 40 tn recolectadas de forma diaria en el mercado.

**CARACTERIZACIÓN Y VOLUMEN DE RESIDUOS GENERADOS, SEPARADOS, ATENDIDOS Y NO ATENDIDOS EN
TONELADAS POR DÍA**

Tipo	Residuo	%	Generación tn/día	Separación y almacenamiento deficiente tn/día	Recolección tn/día	No atendidos tn/día
Aprovechable	Restos de verduras y frutas	53,75%				
	Flores y hojas	9,67%				
	Estiércol de animales	0,67%			40	
	Plástico	9,77%	120	32,24		47,76
	Cartón y papel	3,23%				
	Vidrio	5,23%				
No aprovechables	Inorgánicos	17,68%				

Adaptada de Suyón, Esther [5]

Los autores Suyón [5], Santacruz [4], Baldera [9] y Dávila [29] que desarrollan sistemas de gestión de RSU en el mercado Moshoqueque no consideran dentro de la fase de recolección el barrido, en la presente propuesta se considera ya que ayuda a aumentar el sistema de recolección en 11 zonas del mercado, por otra parte y los proveedores que llegan los martes y viernes en horarios comprendidos de 04 h mm a 6 h 00 y realizan la descarga de los productos de origen orgánico hacia el interior del mercado realizan la descarga de contenedores de cartón, madera, residuos plásticos y metálicos al lado del camión y no se observó supervisión alguna por parte de la municipalidad ni los comerciantes, al finalizar la descarga retiran los camiones dejando los desperdicios directamente al ambiente.

En la fase diagnóstica las causas más relevantes y en la que muchos autores coinciden tales como Suyón [5] y Dávila [29] son la falta de contenedores y maquinaria necesaria para la recolección, ausencia de capacitación y compromiso por parte de comerciantes, clientes y la autoridad municipal que son pilares fundamentales para la sostenibilidad de cualquier sistema de gestión, un factor muy importante que hasta el momento no se había tomado en cuenta y que gracias a la observación pudo evidenciarse es la participación de los proveedores de frutas y verduras que llegan a las 04 h 00 al mercado a dejar mercancías y así mismo los desperdicios de embalajes, piezas mecánicas y demás elementos agresores al medio ambiente, hasta el momento no se había tomado en cuenta y se aborda de forma proactiva con las brigadas de supervisión al momento de descarga para controlar y evitar que estas actividades sigan dándose, las brigadas de supervisión brindarán orientación a los conductores de dónde estacionar sus vehículos, dónde realizar las descargas y dónde deben depositar sus desperdicios en el contenedor más cercano al punto de descarga.

Por otra parte, el mercado posee una oficina de Gestión Integral de Calidad Ambiental (OGICA) en la subgerencia de mercados y sanidad que funciona desde el año 2012, sin embargo, el personal encargado manifiesta que esta oficina tiene como función emitir documentación de gestión y la elaboración de informes, pero no posee funciones que le permitan realizar acciones correctivas como respuesta. Dentro de los más recientes estudios a la problemática del mercado Moshoqueque, se pueden apreciar diversos aportes significativos en el diagnóstico de la realidad problemática Santacruz [4] que permite evidenciar la grave situación ambiental actual y dentro de las propuestas coinciden en la implementación de un sistema de capacitación, señalización y contenerización, dichas acciones muy importantes como primer gran paso, por consiguiente para el tratamiento de residuos sólidos existen investigaciones que proponen transformar residuos orgánicos Suyón [5] y Dávila [29] para lograr mitigar la problemática actual, ambos investigadores poseen criterios similares para abordar la transformación. El presente trabajo de investigación considera proponer un sistema de gestión de residuos sólidos para mejorar el impacto ambiental en el mercado Moshoqueque tomando en cuenta el tratamiento de residuos mediante el compostaje ya que posee la gran potencialidad de aportar mejora en los suelos agrícolas, éste por lo general toma como materia prima el estiércol vacuno Baldera [9], sin embargo a diferencia de trabajos anteriores se toma en cuenta el uso de la lombriz californiana tal como Röben [28] expone, debido a que la calidad de una tonelada de este producto puede equivaler a 12 toneladas de estiércol vacuno, en ese caso al implementar el sistema de gestión propuesto se logrará incrementar en 78,95% los resultados obtenidos por Castro [30].

Comparando con los resultados de Baldera [9] y Coacalla [11] las pérdidas obtenidas para el mercado Moshoqueque de estudio ascienden a más de S/700 000 antes de la implementación del sistema de gestión, como resultado de la valoración económica las pérdidas disminuyeron más de 667% debido a que gradualmente los primeros 5 años la evaluación ambiental pasaría de grave (50 UIT a leve 10 UIT). Por otro lado, los indicadores económicos resultaron con índices satisfactorios que demuestran la viabilidad del proyecto.

Esta última etapa será medida mediante el indicador de gestión del nivel de residuos no aprovechables recolectados tal como se puede observar en la siguiente ecuación (14).

$$\text{Nivel de residuos no aprovechables recolectados} = \frac{\text{Total de residuos en disposición final}}{\text{Total de toneladas no aprovechables recolectadas}}$$

Tal como se puede observar en el anexo 20, los indicadores obtenidos demuestran que de aplicarse la propuesta del sistema de gestión permitirá un ahorro en impuestos de S/742 500,00 (anexo 34) es rentable desde el punto de vista económico dado que los indicadores muestran resultados favorables: el VAN mostró una cifra de S/. 268 692,59, el TIR > 0 > COK, el proyecto de sistema de gestión propuesto ofrece una tasa máxima de rendimiento superior al coste de capital invertido. La tasa mínima de expectativa de inversión es de 9,18% según la Caja Municipal de Ahorro y Crédito (CMAC) Arequipa con 9.09% a febrero del 2023 que posee la mejor propuesta de inversión en el mercado actual.

Conclusiones

El sistema de gestión de residuos sólidos permitirá el cumplimiento de las leyes vigentes según el decreto Supremo N° 024-2017-VIVIENDA y la Ley General de ambiente en sus artículos 74, 75 y 142. El artículo 15 de la ley del SEIA, artículo 29 del reglamento de la Ley SEIA y los artículos 26 y 56 del reglamento de protección ambiental, así mismo permitirá obtener un beneficio en el ahorro de impuestos por más de S/742 500,00 anuales debido al cumplimiento de las disposiciones actuales.

La fase diagnóstica se llevó a cabo gracias a la observación directa dónde se pudo evidenciar desechos orgánicos e inorgánicos en pasillos y calles del mercado con exposición de vectores, lixiviado consulta bibliográfica, la caracterización de los residuos del mercado, la consulta de la Norma técnica Peruana 900.058:2 020, la elaboración del diagrama causa y efecto donde se pudo evidenciar que las causas más relevantes son una insuficiente inversión pública, escasez de programas de formación ambiental, ausencia de contenedores, no existe una política de atención de proveedores, y escasa vigilancia en la segregación de residuos sólidos, por otra parte la matriz de Leopold que arrojó como resultado un impacto negativo de 348, como resultado de esta fase diagnostica se pudo evidenciar el precario manejo de residuos sólidos, se pudo comprobar que existe una relación estrecha entre el adecuado manejo de residuos sólidos y la participación de las autoridades municipales.

El sistema de gestión propuesto permitió gestionar eficientemente los residuos sólidos y redujo el impacto ambiental actual que posee el mercado Moshoqueque valorado en más de 222%

mediante la propuesta de un plan de capacitaciones como eje principal del proyecto y que brindará bases sólidas a la primera etapa de generación, separación y almacenamiento, la aplicación de la NTP 900.058-2 019 en los más de 15 puntos de acopio propuestos, en la segunda etapa de recolección y transporte mediante el método de puntos fijos tanto en la parte interna y externa permitirá cubrir 120 tn diarias de recolección en 5 turnos que derivarán 98,12 tn de aprovechables y 21,88 no aprovechables, la tercera etapa de aprovechamiento se utilizó el método ponderado para evaluar la macro y micro localización de la planta de compostaje en José Leonardo Ortiz, el método de Güerchet para calcular el área necesario para las máquinas requeridas para el compostaje, y se propuso además la venta de papel, cartón y plásticos, la aplicación de este sistema de gestión propuesto y cuyos resultados se estima podrán ser evidentes a partir del quinto año desde su implementación.

Por otra parte, la evaluación económica arrojó indicadores positivos por encima del 84,54% para la tasa máxima de rendimiento superior al coste de capital invertido (TIR), La tasa mínima de expectativa de inversión para la implementación del sistema de gestión (COK) es de 9,18%, se tomó como referencia el indicador de la Caja Municipal de Ahorro y Crédito (CMAC) Arequipa con 9.09% a junio del 2023. Gracias al cumplimiento de las obligaciones contenidas en los instrumentos de gestión ambiental propuestos con respecto a la Ley general del Ambiente (Art. 74, 75 y 152) y DS 0024-2017-VIVIENDA. Las pérdidas posteriores a la propuesta reducen de S/742 500,00 por infracción grave a S/49 500,00 por infracción leve y seguirá disminuyendo progresivamente hasta el cumplimiento total de la normativa vigente.

Recomendaciones

- Para realizar un diagnóstico mucho más profundo se recomienda el uso de encuestas y focus group con la finalidad de profundizar las motivaciones y aspectos que desencadenan el desinterés de la población de estudio por el cumplimiento de actividades que fomenten el orden y la conservación ambiental.
- Se recomienda desarrollar propuestas sobre el aprovechamiento energético de los desechos aprovechables en el mercado Moshoqueque, con la finalidad de obtener otras fuentes de energía limpias y seguras para el uso del ser humano a partir de los desechos de las actividades comerciales. Por otra parte, considerar proponer un área determinada dentro del mercado para la carga y/o descarga de productos que incluya una zona delimitada con

una estructura física que provea de rampas de estacionamiento, espacios de estiba, un sistema de recojo de productos con numeración de atención, ventanas horarias, con la finalidad de mejorar este proceso que en la actualidad no posee estandarización alguna.

- Respecto al impacto ambiental, se recomienda otras matrices diferentes a Matriz de Leopold, tales como la Matriz de Batelle Columbus ya que brinda unidades de importancia de parámetros cuantificables además de ofrecer de forma clara la evaluación ambiental antes y después del proyecto en una sola matriz.

- Si bien es cierto según la caracterización de residuos no se han encontrado residuos peligrosos se recomienda incorporar al sistema de gestión herramientas y actividades que incluya la segregación, disposición y manejo ambiental adecuado en cumplimiento a la Política ambiental para la gestión integral de residuos peligrosos y su plan de acción 2022-2030.

Referencias

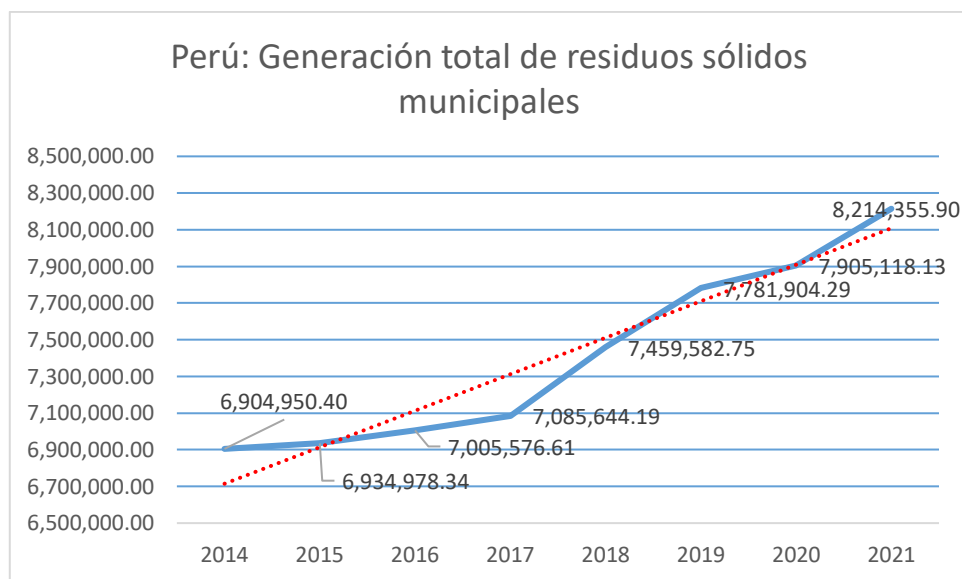
- [1] K. Silpa, L. Yao, P. Bhada-Tata y F. Van Woerden, «What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.» Washington, DC: World Bank, 2018. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10986/30317>.
- [2] Sistema Nacional de Información Ambiental, «sinia,» Ministerio del Ambiente, 2021. [En línea]. Available: <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>. [Último acceso: 2022].
- [3] C. A. Cayotopa Latorre, *Valoración económica dle efecto generado por los residuos solidos en la decisión de compra de los pobladores de los distritos de José Leonardo Ortiz, Chiclayo y la Victoria*, Chiclayo: Tesis para optar el título de economista, 2017.
- [4] H. A. Santacruz Becerra, «Diagnóstico de la contaminación ambiental en la sección minorista del mercado Moshoqueque del distrito de José Leonardo Ortiz,» Facultad de Ingeniería Universidad Tecnológica del Perú, Chiclayo, 2019.
- [5] E. J. Suyon Tullume, «Diseño de un sistema de tratamiento de residuos sólidos del mercado Moshoqueque a fin de reducir la contaminación ambiental,» Facultad de Ingeniería USAT, Chiclayo, 2022.
- [6] Municipalidad Provincial de José Leonardo Ortiz, «Anexo del plan de desarrollo concertado del distrito de José Leonardo Ortiz,» Municipalidad Provincial de José Leonardo Ortiz, Chiclayo, 2021.
- [7] Cárdenas-Ferrer, T. M. Domínguez Núñez, J. Santos - Herrero y A. M. Contreras Moya, «Propuesta metodológica para el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos en Villa Clara,» Tecnología Química, Villa Clara, 2019.
- [8] R. A. Salazar y D. C. Hernández, «Evaluación de la eficiencia del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo,» Quivera, Ciudad de México, 2018.
- [9] K. F. Baldera Gutierrez, «Edificio para la gestión de desperdicio alimenticio del mercado Moshoqueque Distrito de José Leonardo Ortiz,» Facultad de Ingeniería USAT, Chiclayo, 2021.

- [10] D. Meng-Chuen, B. Leon Bodirsky, T. Krueger, A. Mishra y A. Popp, «The world's growing municipal solid waste: trends and impacts,» IOP Publishing, Berlin, 2020.
- [11] C. E. Coacalla Castillo, J. Pareja Cabrera y A. N. Suarez Orellana, «Indicadores de gestión en el manejo integral de residuos sólidos de la municipalidad de Aymaraes,» Avances, Apurimac, 2020.
- [12] J. Gómez Maturano, «Diseño sostenible de cadena de suministro inversa para residuos sólidos en México,» Cuadernos de Administración (Universidad del Valle), Cali, 2020.
- [13] H. Colorado y G. I. Echeverri Lopera, «The solid waste in Colombia analyzed via gross domestic product: Towards a sustainable economy,» Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, Medellin, 2020.
- [14] A. J. Barandiaran Meoño, «Valorización energética de residuos sólidos municipales en el distrito de Ferreñafe,» Facultad de Ingeniería USAT, Chiclayo, 2022.
- [15] E. J. Preciado Jeronimo y E. A. Lara Medina, «Principales deficiencias a la aplicación de la política de la gestión de residuos sólidos en Lima y el Callao,» Escuela de Post Grado Universidad del Pacífico, Lima, 2022.
- [16] B. Ratnawati, M. Yani, S. Suprihatin y H. Hardjomidjojo, «Waste processing techniques at the landfill site using the material flow analysis method,» Global Journal of Environmental Science and Management , West Java, 2022.
- [17] «Residuos sólidos municipales,» Universidad para la cooperación internacional, Ciudad de México, 2005.
- [18] M. d. Ambiente, «Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales,» MINAM, Lima, 2019.
- [19] C. F. Baquero Castrillón, «Guía práctica de manejo y transformación de residuos sólidos caseros, en la comunidad del barrio Bella Flor - Localidad Ciudad Bolívar Bogotá,» Facultad de Ingeniería Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2018.
- [20] MINAM, «Gúia para elaborar el plan provincial de gestión integral de residuos sólidos municipales,» Ministerio del Ambiente, Lima, 2019.
- [21] Sistema Nacional de Información Ambiental, «Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024,» Ministerio del Ambiente, Lima, 2017.

- [22] E. Romero Bermúdez y J. Diaz Camacho, «El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos,» Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, Distrito Federal, México, 2010.
- [23] M. Andrés Abellán y A. Del Cerro Barja, «Referencia a tres de los métodos más utilizados en la valoración de impactos ambientales,» Escuela universitaria Politécnica de Albacete, Albacete, 1993.
- [24] Ministerio del Ambiente, «Guía para elaborar el plan provincial de gestión integral de residuos sólidos municipales,» Ministerio del Ambiente, Lima, 2019.
- [25] P. Tello Espinoza, D. Campani y D. Rosalba Sarafian, «Gestión Integral de residuos sólidos urbanos,» Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – AIDIS, Santiago de Chile, 2018.
- [26] Universidad de Chile, «Desarrollo Organizacional y capacitación,» Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2022.
- [27] L. Montoya, «Barrido y limpieza de vías y áreas públicas,» Universidad Pontificia Bolivariana, Bogotá, 2011.
- [28] E. Röben, «Manual de compostaje para municipios,» Municipalidad de Loja, Loja, 2002.
- [29] E. J. Dávila Tarrillo, «Propuesta de gestión de residuos sólidos del mercado Moshoqueque dirigido a optimizar el Pigars 2012 de la Municipalidad de Chiclayo,» Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2021.
- [30] J. Gómez Marturano, «Sustainable design of reverse supply chain for solid waste in Mexico,» Cuadernos de Administración Universidad del Valle, Izcalli, 2020.

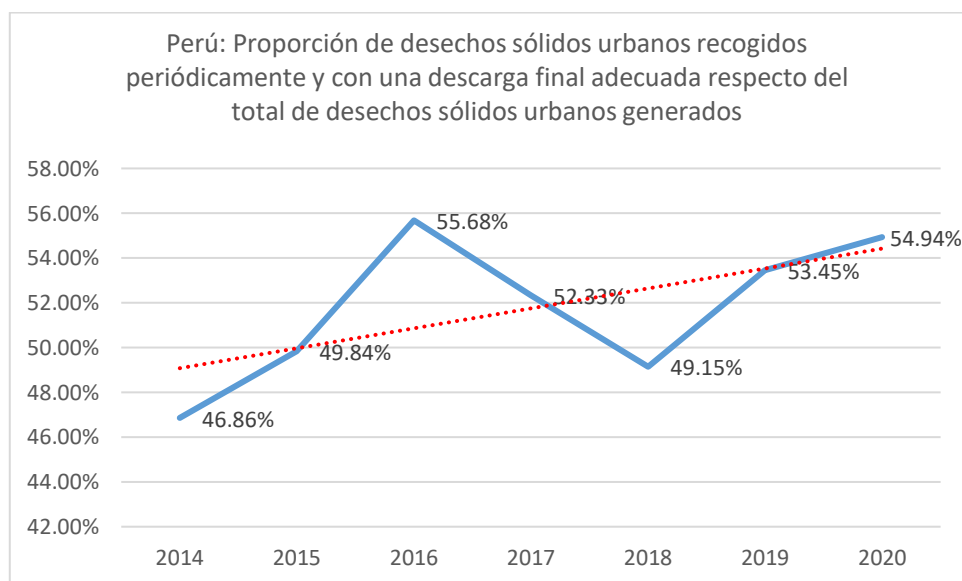
Anexos

Anexo N° 01 – Gráfica de generación total de residuos sólidos municipales



Fuente: INEI

Anexo N° 02 Gráfica de proporción de desechos sólidos urbanos recogidos periódicamente y con una descarga final adecuada respecto del total de desechos sólidos urbanos generados



Fuente: INEI

Anexo N° 03 Imagen de la realidad problemática actual de la disposición de los residuos urbanos en los alrededores del mercado municipal Moshoqueque



Fuente:

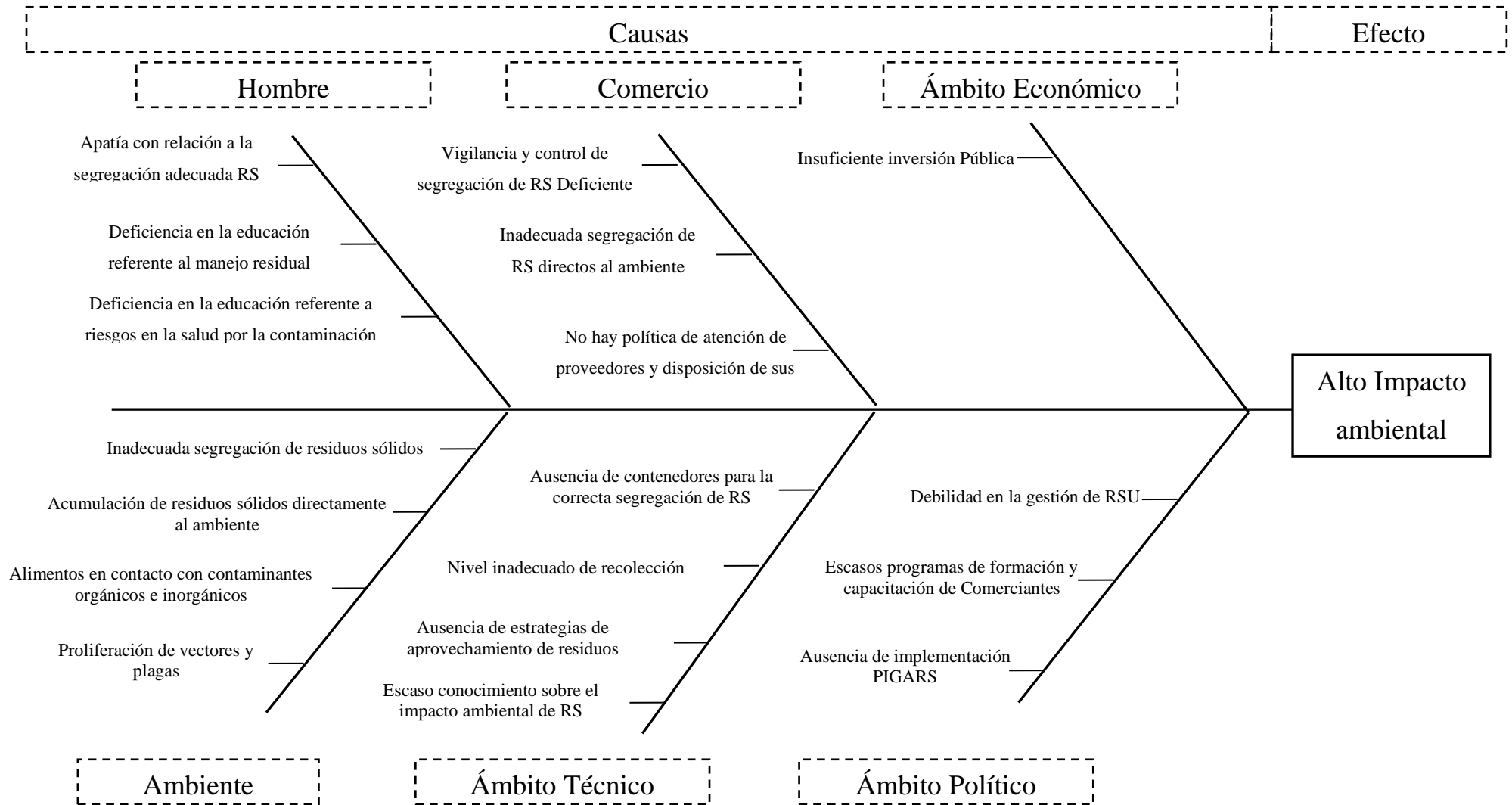
<https://bit.ly/3sbYnmh>

Anexo N° 04 Matriz de Leopold sobre el manejo y gestión de desechos en el mercado Moshoqueque y su impacto de la fase diagnóstica

				Matriz de Leopold sobre el manejo y gestión de desechos en el mercado Moshoqueque y su impacto										
				Nivel de Significancia										
				Generación de los RS	Disposición al ambiente de los RS	Servicio de Barrido	Recolección y transporte de RS	Disposición final de RS	Promedios Positivos	Promedios Negativos	Promedios aritméticos	Impacto por subcomponentes	Impacto por componentes	Impacto Total
Componentes	Subcomponentes													
Factores Ambientales	Medio físico	AIRE	Calidad del Aire	-3	-3	-3	-4	-5	5	5	-41	-72	-129	-348
			Emisión de olores	-3	-4		-2	-3	4	4	-31			
		AGUA	Superficial						0	0	0	0		
			SUELO	Calidad de suelo	-2	-5	-3	-3	-7	5	5	-57		
	Medio Biológico	FLORA	Ecosistema terrestre	-2			-3	-4	3	3	-24	-24	-51	
		FAUNA	Aves	-4			-3	-2	3	3	-27	-27		
	Social	SOCIAL	Economía	-3	-4	-2	-3	-2	5	5	-32	-168	-168	
			Demografía	-1	-3	-4	-3	-2	5	5	-34			
			Estilo de Vida	-4	-2	-4	-3	-3	5	5	-45			
			Salud	-4	-4	-5	-3	-3	5	5	-57			

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 05 Diagrama de Ishikawa sobre las causas que generan el impacto ambiental en el Mercado Moshoqueque



Elaboración Propia

Análisis del Impacto Ambiental mediante la evaluación de los rangos de importancia y afectación para la identificación de causas raíces de la Matriz de Ishikawa

	Categoría	Nombre	Significancia	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Impacto	%
1	Ambiente	Gases y contaminantes emitidos al aire a descomposición de materia orgánica	100	9.51%	9.51%		
2	Ambiente	Presencia de lixiviados por la descomposición de materia orgánica	100	9.51%	19.03%	Alto impacto x Prioridad primaria	16.67%
3	Comercio	Inadecuada segregación de RS directos al ambiente	100	9.51%	28.54%		
4	Ámbito Técnico	Ausencia de contenedores según Norma técnica peruana	87.5	8.33%	36.87%		
5	Político	Inadecuado sistema PIGARS	75	7.14%	44.01%		
6	Ambiente	Acumulación de residuos sólidos directamente al ambiente	62.5	5.95%	49.95%	Impacto medio x Prioridad primaria	22.22%
7	Ámbito Técnico	Inadecuado sistema de manejo de los residuos sólidos Aprovechables	62.5	5.95%	55.90%		
8	Ámbito Técnico	Inadecuado sistema de manejo de los residuos sólidos No aprovechables	62.5	5.95%	61.85%		
9	Político	Debilidad en la gestión de RSU	62.5	5.95%	67.79%		
10	Ambiente	Proliferación de vectores y plagas	50	4.76%	72.55%		
11	Ámbito Técnico	Nivel inadecuado de recolección	50	4.76%	77.31%		
12	Comercio	Vigilancia y control de segregación de RS Deficiente	50	4.76%	82.06%		
13	Hombre	Deficiencia en la educación de manejo de RSU	50	4.76%	86.82%		
14	Político	Escasos programas de formación y capacitación de Comerciantes, proveedores y usuarios	50	4.76%	91.58%		
15	Comercio	Inadecuada política de atención de proveedores y disposición de sus residuos	37.5	3.57%	95.15%		
16	Hombre	Deficiencia en la educación sobre riesgos de la salud por efecto de la contaminación	25	2.38%	97.53%		
17	Hombre	Apatía con relación a la Segregación adecuada	25	2.38%	99.90%		
18	Ámbito Económico	Insuficiente inversión Pública	1	0.10%	100.00%		

1051

Rango de importancia del impacto	Rango de significancia del aspecto x Prioridad
100	Alto impacto x Prioridad primaria
87.5	Alto impacto x Prioridad Secundaria
75	Alto impacto x Prioridad terciaria
62.5	Impacto medio x Prioridad primaria
50	Impacto medio x Prioridad Secundaria
37.5	Impacto medio x Prioridad terciaria
25	Bajo impacto x Prioridad primaria
12.5	Bajo impacto x Prioridad Secundaria
1	Bajo impacto x Prioridad terciaria

Análisis del Impacto Ambiental mediante la evaluación de los rangos de importancia y afectación

	Categoría	Nombre	Significancia	Frecuencia
1	Ambiente	Gases y contaminantes emitidos al aire a descomposición de materia orgánica	100	9.51%
2	Ambiente	Presencia de lixiviados por la descomposición de materia orgánica	100	9.51%
3	Comercio	Inadecuada segregación de RS directos al ambiente	100	9.51%
4	Ámbito Técnico	Ausencia de contenedores según Norma técnica Peruana	87.5	8.33%
5	Político	Inadecuado sistema PIGARS	75	7.14%
6	Ambiente	Acumulación de residuos sólidos directamente al ambiente	62.5	5.95%
7	Ámbito Técnico	Inadecuado sistema de manejo de los residuos sólidos Aprovechables	62.5	5.95%
8	Ámbito Técnico	Inadecuado sistema de manejo de los residuos sólidos No aprovechables	62.5	5.95%
9	Político	Debilidad en la gestión de RSU	62.5	5.95%
10	Ambiente	Proliferación de vectores y plagas	50	4.76%
11	Ámbito Técnico	Nivel inadecuado de recolección	50	4.76%
12	Comercio	Vigilancia y control de segregación de RS Deficiente	50	4.76%
13	Hombre	Deficiencia en la educación de manejo de RSU	50	4.76%
14	Político	Escasos programas de formación y capacitación de Comerciantes, proveedores y usuarios	50	4.76%
15	Comercio	Inadecuada política de atención de proveedores y disposición de sus residuos	37.5	3.57%
16	Hombre	Deficiencia en la educación sobre riesgos de la salud por efecto de la contaminación	25	2.38%
17	Hombre	Apatía con relación a la Segregación adecuada	25	2.38%
18	Ámbito Económico	Insuficiente inversión Pública	1	0.10%

1051

Anexo N° 06 Diagrama resumen diagrama PIGARS

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 07 Cálculo del número de barrenderos y equipo de protección personal

$$\# \text{ barrenderos} = \frac{15 \quad 6,47}{2,31666667}$$



Fuente: <https://bit.ly/3gVZS5P>

Anexo N° 08 Carros para barrido manual



Fuente: <https://bit.ly/3gVZS5P>

Anexo N° 09

Tipo de escobas, palas y rastrillos que son utilizados en el sistema de barrido manual



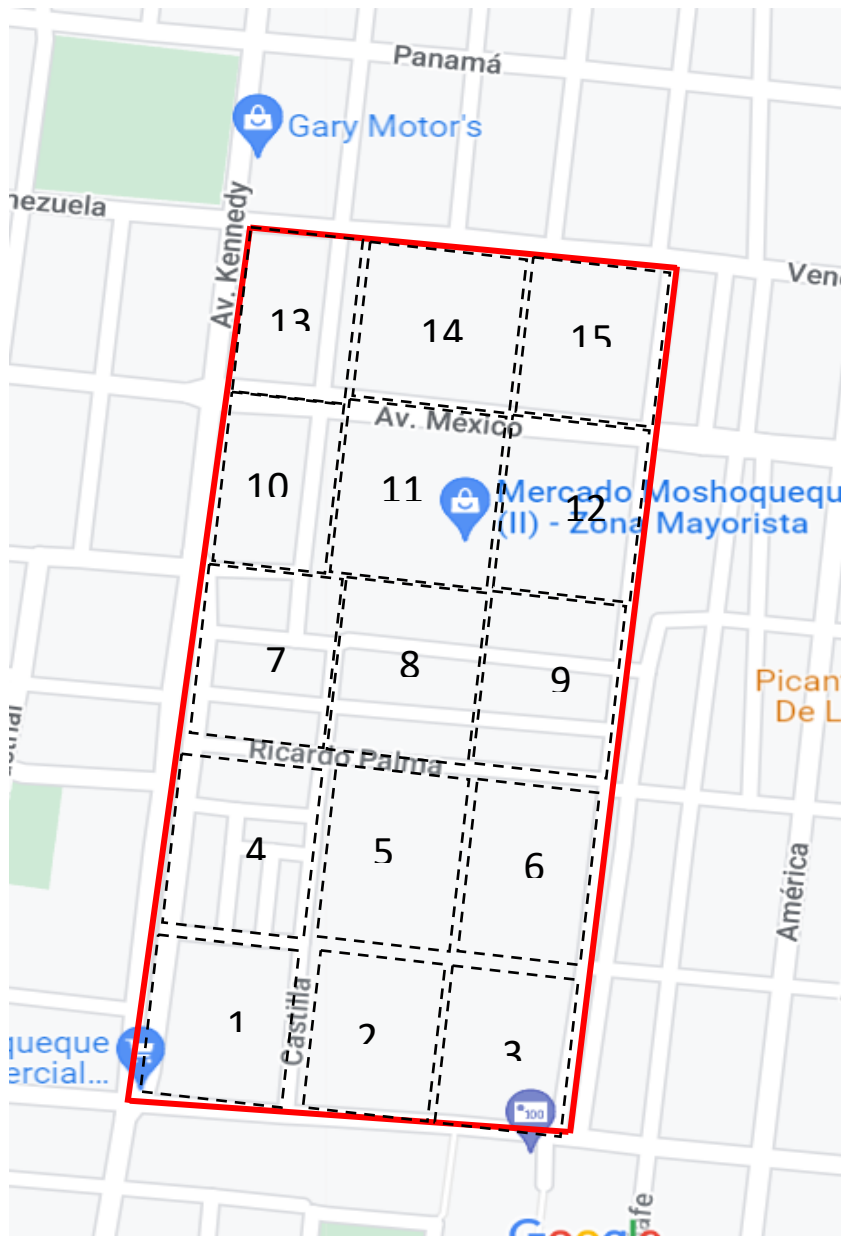
Fuente: <https://bit.ly/3gVZS5P>

ANEXO N° 10 Propuesta de proceso de Barrido

Zona	Tipo de barrido	Método	Horario de barrido	Personal 1	Personal 2	Personal 3	Equipo	Distancia
1	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 1	Conductor	Contenedor	
2	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 1	Conductor	Contenedor	581 m
3	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 1	Conductor	Contenedor	
4	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 2	Conductor	Contenedor	
5	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 2	Conductor	Contenedor	590.23 m
6	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 2	Conductor	Contenedor	
7	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 3	Conductor	Contenedor	
8	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 3	Conductor	Contenedor	614.55 m
9	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 3	Conductor	Contenedor	
10	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 4 y 5	Conductor	Contenedor	
11	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 4 y 5	Conductor	Contenedor	618.28 m
12	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 4 y 5	Conductor	Contenedor	
13	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 6	Conductor	Contenedor	
14	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 6	Conductor	Contenedor	613.33 m
15	Manual	Manzanas	16 h 00 a 20 h 00	Supervisor	Barrendero 6	Conductor	Contenedor	

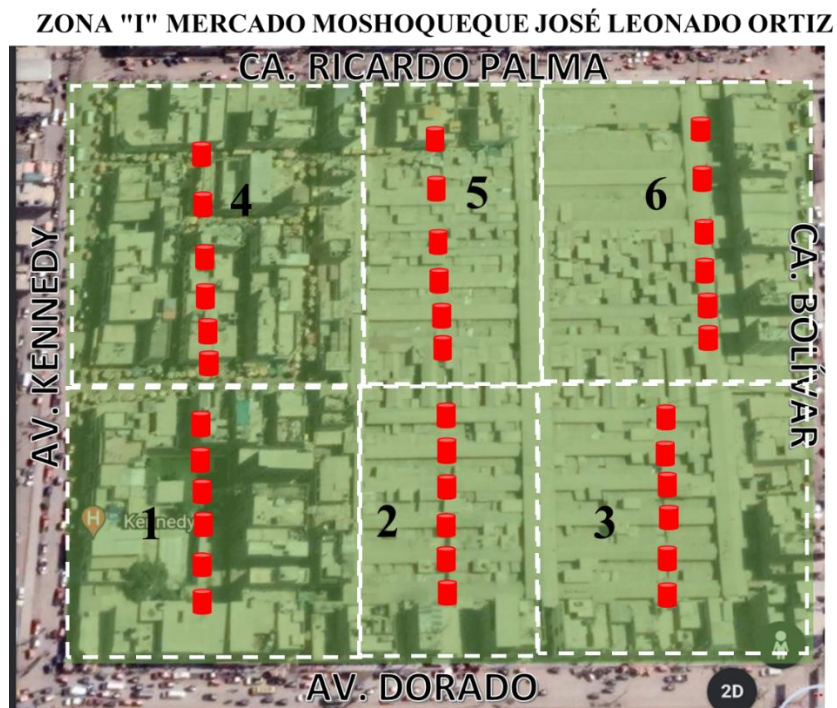
Elaboración propia

ANEXO N° 11 Propuesta de distribución de sectores de Barrido



Adaptado de Google maps.

**Anexo N° 12 Croquis referencial de la distribución estratégica de puntos de segregación
en pasillos y calles**

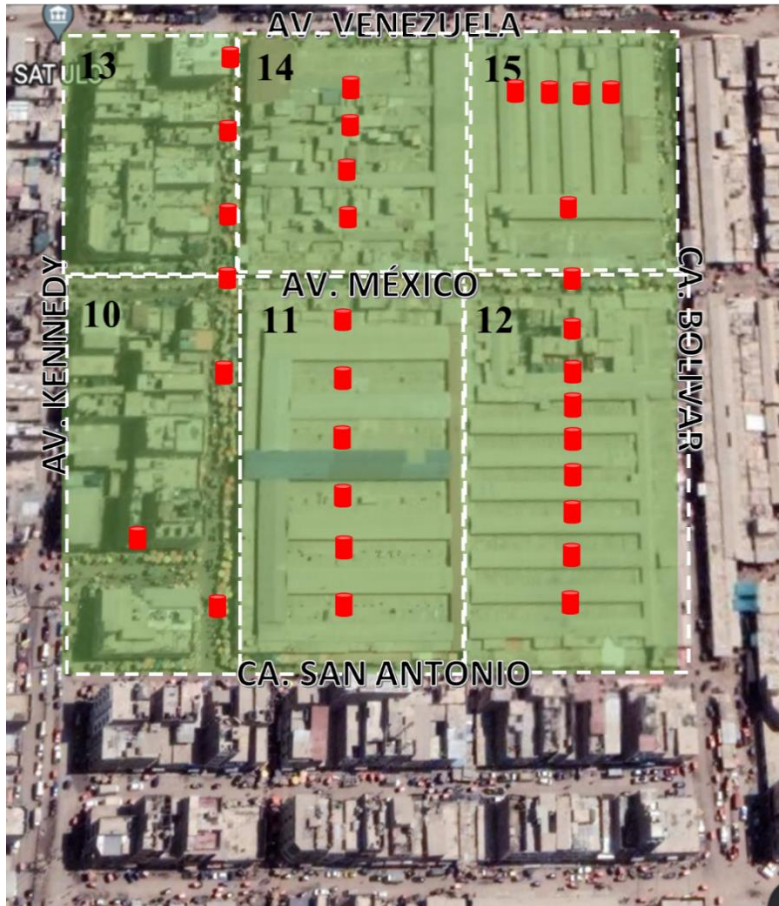


Adaptado de Google maps.



Adaptado de Google maps.

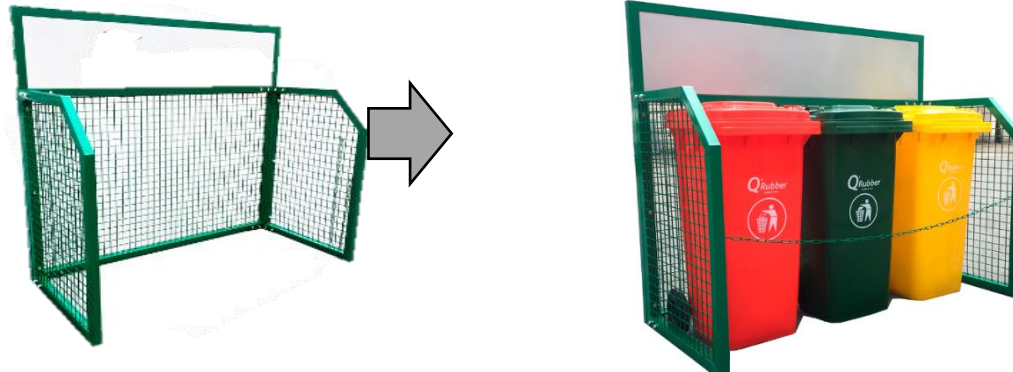
ZONA "III" MERCADO MOSHOQUEQUE JOSÉ LEONADO ORTIZ



Adaptado de Google maps.

Anexo N° 13**Caracterización de la estructura contenedora de los puntos de acopio en pasillos**

Largo	Ancho	Alto	Capacidad	Material
160 cm	72 cm	137 cm	1 201	Estructura de hierro con alambre de hierro de 4 mm., peso 80 kg. 160 × 72 × 137 cm. Tamaño de rejilla: 4 x 4 cm.

Imagen Referencial*

Adaptado de Q Rubber Perú

Anexo N° 14




Distribución y capacidad de puntos de acopio en pasillos

	Cantidad	Unidad de medida	Ubicación	Descripción
ZONA I	6	un	Área 1	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	6	un	Área 2	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	6	un	Área 3	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	6	un	Área 4	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	6	un	Área 5	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	6	un	Área 6	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
ZONA II	1	un	Área 7	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	1	un	Área 8	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	1	un	Área 9	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
ZONA III	4	un	Área 10	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	6	un	Área 11	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	9	un	Área 12	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	3	un	Área 13	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	4	un	Área 14	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	5	un	Área 15	Punto de acopio metálico, 1 contenedor Verde, Marrón y negro 120 l
	70		Capacidad	25,200 l

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 15

Caracterización de contenedores a disponer en puntos de acopio en pasillos




Color	Color	Capacidad	Capacidad	Tipo de residuo	Descripción de residuo
	Marrón	HDPE*	120 l	Orgánico	Resto de verduras y frutas, flores y hojas, estiércol de animales.
	Verde	HDPE*	120 l	Aprovechable	Papel y cartón, vidrio, plástico, textiles, madera, tetrabrik, metales (latas, etc).
	Negro	HDPE*	120 l	No aprovechables	Residuos sanitarios, pañales, maderas, metales pequeños, tierra, trapos, cabellos, etc.

*Polietileno de alta densidad HDPE ó PEAD

Elaboración Propia

Anexo N° 16

Caracterización de contenedores a disponer en puntos de acopio en Calles

Color	Color	Material	Capacidad	Tipo de residuo	Descripción de residuo
	Marrón	HDPE*	1 100 l	Orgánico	Resto de verduras y frutas, flores y hojas, estiércol de animales.
	Verde	HDPE*	1 100 l	Aprovechable	Papel y cartón, vidrio, plástico, textiles, madera, tetrabrik, metales (latas, etc).
	Negro	HDPE*	1 100 l	No aprovechables	Residuos sanitarios, pañales, maderas, metales pequeños, tierra, trapos, cabellos, etc.

Elaboración Propia

Anexo N°17

Diseño estratégico de actividades formadoras para asegurar una adecuada generación, separación y almacenamiento.

		Conocimiento de la pérdida de oportunidades económicas		
Detección	Necesidades	Conocimiento de los riesgos ambientales		
		Conocimiento de los riesgos a la salud		
		Conocimiento de los beneficios de valorización y reciclaje		
		Disminución de los riesgos ambientales		
Planificación	Acciones Formativas	Diseño de capacitación de necesidades detectadas		
		Diseño de 1er conversatorio de comerciantes sobre ambiente laboral y la ergonomía para el trabajo.	Registro y sistematización de la información	Emisión de reportes, evaluar cumplimiento
	Acciones logísticas	Diseño de actividades de inducción al programa de incentivo al mejor segregador		
		Diseño de programa de incentivos al mejor segregador		
		Diseño de cronograma de actividades		
Evaluación	Instrumento de medida	Diseño de encuesta		
Gestión	Recursos	Recursos financieros		
		Recursos Logísticos		

Fuente: Universidad de Chile [26]

Anexo N°18

Indicadores de gestión aplicado al Sistema de gestión propuesto

Etapa 1: Generación, Separación y almacenamiento

	Valor Actual	Valor esperado	Año 01 (8.2%)	Año 02 (8.2%)	Año 03 (8.2%)	Año 04 (8.2%)	Año 05 (8.2%)
Cantidad correctamente segregada (toneladas/diarias)	79.99	120.00	86.55	93.65	101.33	109.64	118.63
% de residuos correctamente segregados	66.66	98.00	72.13	78.04	84.44	91.36	98.86

	Valor Actual	Valor esperado	Año 01 (100%)	Año 02 (19.5%)	Año 03 (19.5%)	Año 04 (19.5%)	Año 05 (19.5%)
Cantidad de puntos de recolección instalado (unidades)	25.00	127.00	61.25	73.19	87.47	104.52	124.90
% de puntos de recolección instalado	19.69	98.00	48.23	57.63	68.87	82.30	98.35

Etapa 2: Recolección y transporte

	Valor Actual	Valor esperado	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
capacidad de compactación (toneladas/vehículo)	15.00	20.00	Necesita cambiar de una compactadora de 15 toneladas a una de 20 toneladas				

	Valor Actual	Valor esperado	Año 01 (100%)	Año 02 (15.5%)	Año 03 (15.5%)	Año 04 (15.5%)	Año 05 (15.5%)
Cantidad de zonas cubiertas (zona/día)	4.00	15.00	8.00	9.24	10.67	12.33	14.24
% de cumplimiento de barrido	26.67	98.00	53.33	61.60	71.15	82.18	94.91

	Valor Actual	Valor esperado	Año 01 (50%)	Año 02 (18.35%)	Año 03 (18.35%)	Año 04 (18.35%)	Año 05 (18.35%)
Cantidad de toneladas recolectadas (toneladas / día)	40.00	120.00	60.00	71.01	84.04	99.46	117.71
% de cumplimiento de volumen recolectado	33.33	98.00	50.00	59.18	70.03	82.88	98.09

Etapa 3: Aprovechamiento de los residuos solidos

	Valor Actual	Valor esperado	Año 01 (50%)	Año 02 (18.33%)	Año 03 (18.33%)	Año 04 (18.33%)	Año 05 (18.33%)
Cantidad de toneladas recolectadas (toneladas/día)	0.00	76.91	38.45	45.50	53.84	63.71	75.38

% de Residuos orgánicos procesados	0.00	98.00	49.99	59.16	70.00	82.83	98.02
	Valor Actual	Valor esperado	Año 01 (50%)	Año 02 (18.33%)	Año 03 (18.33%)	Año 04 (18.33%)	Año 05 (18.33%)
Cantidad de toneladas recolectadas (toneladas/día)	0.00	21.87	10.94	12.94	15.31	18.12	21.44
% de residuos inorgánicos aprovechables vendidos	0.00	98.00	50.00	59.17	70.01	82.84	98.03

Etapa 4: Disposición final

	Valor Actual	Valor esperado	Año 01 (11.9%)	Año 02 (11.9%)	Año 03 (11.9%)	Año 04 (11.9%)	Año 05 (11.9%)
Cantidad de toneladas recolectadas (toneladas/día)	40.00	21.216	35.240	31.046	27.352	24.097	21.229
% de residuos orgánicos no aprovechables	0.00	98.00	88.10	77.62	68.38	60.24	53.07

Elaboración Propia

Anexo N°19

Matriz de Leopold sobre el manejo y gestión de desechos en el mercado Moshoqueque y su impacto posterior a la implementación del sistema de gestión propuesto

		Matriz de Leopold sobre el manejo y gestión de desechos en el mercado Moshoqueque y su impacto												
		Nivel de Significancia												
		Generación de los RS	Disposición al ambiente de los RS	Servicio de Barrido	Recolección y transporte de RS	Disposición final de RS	Promedios Positivos	Promedios Negativos	Promedios aritméticos	Impacto por subcomponentes	Impacto por componentes	Impacto Total		
Componentes	Subcomponentes													
Factores Ambientales	Medio físico	AIRE	Calidad del Aire	-1	-2	-1	-4	-5	5	4	-32	-44	157	
			Emisión de olores	-1	-1		-2	-1	4	4	-12			
		AGUA	Superficial						0	0	0			0
			SUELO	Calidad de suelo	-1	-2	-2	-1	-2	5	5			-23
	Medio Biolo	FLORA	Ecosistema terrestre	-1			-2	-2	3	3	-13	-13		
		FAUNA	Aves	-4			-3	-2	3	3	-27	-27		
	Social	SOCIAL	Economía	10	10	9	9	5	10	0	96	264		
			Demografía	3	3	4	3	2	10	0	40			
			Estilo de Vida	3	3	4	4	3	10	0	47			
			Salud	6	7	5	6	3	10	0	81			

Elaboración Propia

Anexo 20 Análisis Financiero

Egresos de implementación de mejora

Actividades	Inversión Total (S/.)
Contenerización al 100%	S/206,102.73
Inversión planta de compostaje	S/26,241.00
TOTAL	S/232,343.73

Actividades	Sueldo	Cargas sociales	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Capacitador	S/1,025.00	S/410.00	S/1,435.00	S/17,220.00
Material del capacitación (Servicios, Logística)				S/8,950.00
Operadores de recojo (12)	S/12,300.00	S/4,920.00	S/17,220.00	S/206,640.00
Ingeniero responsable	S/2,500.00	S/1,000.00	S/3,500.00	S/49,000.00
			TOTAL	S/281,810.00
				S/514,153.73

Estado de resultados

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/742,500.00	S/742,500.00	S/742,500.00	S/742,500.00	S/742,500.00
costos operativos		S/281,810.00	S/307,172.90	S/322,531.55	S/338,658.12	S/355,591.03
depreciación		S/46,468.75	S/46,468.75	S/46,468.75	S/46,468.75	S/46,468.75
GA		S/1,738.80	S/1,825.74	S/1,917.03	S/2,012.88	S/2,113.52
utilidad antes de impuestos		S/412,482.45	S/387,032.61	S/371,582.68	S/355,360.25	S/338,326.70
Impuestos (18%)		S/76,309.25	S/69,665.87	S/66,884.88	S/63,964.85	S/60,898.81
utilidad después de impuestos		S/336,173.20	S/317,366.74	S/304,697.80	S/291,395.41	S/277,427.90

Flujo de caja

Año	0	1	2	3	4	5
utilidad después de impuestos		S/336,173.20	S/317,366.74	S/304,697.80	S/291,395.41	S/277,427.90

Inversión	S/232,343.73	S/0.00	S/250,931.23	S/271,005.73	S/292,686.18	S/316,101.08
------------------	---------------------	--------	--------------	--------------	--------------	--------------

Año	0	1	2	3	4	5
FNE	-S/232,343.73	S/336,173.20	S/112,904.26	S/80,160.82	S/45,177.97	S/7,795.56

VAN	S/268,692.59
------------	---------------------

TIR	84.54%
------------	---------------

PRI	0.46 años
------------	------------------

COK:	9.2% Caja Municipal de Ahorro y Crédito (CMAC) Arequipa
-------------	--

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos		S/742,500.00	S/742,500.00	S/742,500.00	S/742,500.00	S/742,500.00

Egresos	S/232,343.73	S/359,858.05	S/629,595.74	S/662,339.18	S/697,322.03	S/734,704.44
---------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

VAN Ingresos	S/2,874,627.86
--------------	-----------------------

VAN Egresos	S/2,563,373.68
-------------	-----------------------

B/C	1.12
------------	-------------

Anexo 21 Estructura de los costos operativos de la propuesta

PLANTA COMPOSTAJE	N	Precio	Sub total
Plataforma industrial	1	S/9,500.00	S/9,500.00
Molino trozador	1	S/8,999.00	S/8,999.00
Balanza electrónica	4	S/990.00	S/3,960.00
Sillón	2	S/250.00	S/500.00
Sillas	4	S/75.00	S/300.00
Escritorio	2	S/250.00	S/500.00
inodoro	2	S/189.00	S/378.00
lavatorio	2	S/95.00	S/190.00
basurero	2	S/30.00	S/60.00
sillas	12	S/92.00	S/1,104.00
mesa comedor	3	S/250.00	S/750.00
		TOTAL	S/26,241.00

Actividades	Inversión Total (S/.)
Contenerización al 100%	S/206,102.73
Inversión planta de compostaje	S/26,241.00
TOTAL	S/232,343.73

Actividades	Sueldo	Cargas sociales	Costo mensual (S/.)	Costo anual (S/.)
Capacitador	S/1,025.00	S/410.00	S/1,435.00	S/17,220.00
Material de la capacitación (Servicios, Logística)				S/8,950.00
Operadores de recojo (12)	S/12,300.00	S/4,920.00	S/17,220.00	S/206,640.00
Ingeniero responsable	S/2,500.00	S/1,000.00	S/3,500.00	S/49,000.00
			TOTAL	S/281,810.00

S/514,153.73
