

Implementación de un centro de acopio para optimizar la gestión de residuos sólidos en una Universidad Privada de la Región de Ancash

Implementation of a collection centre to optimise solid waste management at a private university in the Ancash region

MIÑAN OLIVOS, Guillermo Segundo¹
 SIMPALO LÓPEZ, Wilson Daniel²
 MUDARRA VALDIVIA, Jhonatan Danny³

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue describir la implementación de un centro de acopio, en una universidad privada de la región de Ancash, para optimizar su gestión de residuos sólidos. Para ello se dividió la investigación en 4 etapas: el estudio de caracterización de residuos sólidos, la descripción del funcionamiento del centro de acopio, la optimización de la gestión de residuos sólidos a través del reciclaje y el análisis estadístico de las variables. El estudio de caracterización determinó que los residuos sólidos tenían una generación per cápita 0,016 Kg/hab-día, una densidad promedio 54,236 Kg/m³ y que estaban mayormente compuestos por plástico PET (20,20 %) y papel (16 %). Con respecto al funcionamiento se describió la siguiente secuencia: generación, segregación en la fuente, recolección y transporte, almacenamiento temporal. Con el funcionamiento se logró reciclar residuos sólidos por encima del 40 % desde su implementación y dar una disposición final sanitaria y ambientalmente segura a los residuos peligrosos.

Palabras clave: residuos sólidos, centro de acopio, reciclaje, optimización, universidad.

ABSTRACT

The main goal of this research was to describe the implementation of a collection center at a private university in the Ancash region in order to optimize its solid waste management. The research was divided into 4 stages: the study of solid waste characterization, description of the collection center operation, optimization of solid waste management through recycling and statistical analysis of the variables. The characterization study determined that solid waste had a per capita generation of 0.016 Kg/hab-day, an average density of 54,236 Kg/m³ and that it was mostly composed of PET plastic (20.20%) and paper (16%). Regarding the operation, the following sequence was described: generation, source segregation, collection, transport, and temporary storage. With the operation, since it was implemented, it was possible to recycle solid waste in excess of 40%, and give a final sanitary and environmentally safe disposal to hazardous waste.

Keywords: solid waste, collection center, recycling, optimization, university.

¹Jefe de Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo – Filial Chimbote

²Docente de Tiempo Completo de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo – Filial Chimbote

³Asistente del área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de la Universidad Cesar Vallejo – Filial Chimbote

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos se pueden definir como aquellas sustancias, productos o subproductos que se presentan en estado sólido; o en algunos casos puntuales semisólidos, los cuales son desechados por un ente generador (OEFA, 2014). Popularmente estos residuos suelen denominarse como "basura" y son desechados porque no se les atribuye ningún valor económico u otra utilidad beneficiosa.

En el Perú se aprobó, mediante decreto legislativo, la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 en el año 2000; donde se determina derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

En el caso de las universidades, como organizaciones socialmente responsables, deben estar comprometidas con la implementación de sistemas orientados a la adecuada gestión de residuos sólidos para minimizar el impacto ambiental de sus actividades y para servir como modelo para otras entidades de la sociedad. Caldera (2016) también indica que muchas investigaciones han concluido que las universidades son grandes generadoras de residuos sólidos y así mismo que carecen de estrategias para minimizar el impacto ambiental de sus actividades.

Ruiz (2012) menciona que, a nivel de universidades, se han llevado a cabo distintas investigaciones enfocadas a la generación y al reciclado de residuos sólidos. En la mayoría de los casos dichos estudios indican que las universidades generalmente aplican estrategias tales como el uso de papel por ambos lados o a través de la donación de muebles y equipos de computo en desuso. Otros estudios citados por Ruiz llegan a la conclusión que los residuos que se

generan en entidades educativas presentan un alto volumen de materiales que se pueden reciclar (superior al 60 %).

Por su parte, Barrientos (2010) obtuvo como resultados de su investigación, llevada a cabo en una universidad de Costa Rica, que el 82 % de los residuos generados eran de papel y cartón, seguidos del vidrio con un 8 %, plástico con el 4 % y metales 2 % (los porcentajes fueron calculados sin considerar residuos orgánicos).

En ese sentido, si la gran mayoría de los residuos generados en las universidades puede ser reciclados, entonces es necesario contar con adecuados sistemas para la gestión de residuos sólidos en entidades educativas de nivel superior. La estrategia idónea sería minimizar el volumen de residuos sólidos; sin embargo para llegar a ese nivel se debe iniciar por identificar, cuantificar, almacenar y transportar correctamente los residuos sólidos generados. Es por ello, que la implementación de un centro de acopio resulta imprescindible para dar el primer paso y optimizar la gestión de residuos sólidos; esto debido a que un ambiente físico que reúna las características adecuadas según normativa, permitiría el almacenaje temporal de aquellos residuos reciclables, no reciclables y peligrosos, para luego ser clasificados, separados, pesados, y empacados para que posteriormente sean vendidos y/o entregados a las municipalidades locales o alguna Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos, según corresponda.

Entonces, tomando en cuenta lo expuesto, el objetivo de la presente investigación es describir la implementación de un centro de acopio para optimizar la gestión de residuos sólidos en una universidad privada de la región de Ancash, de esa manera, establecer una secuencia ordenada de etapas que permitan replicar dicha implementación en otras entidades y, al mismo tiempo, demostrar los beneficios que se consiguen con la misma.

MATERIAL Y MÉTODOS

El tipo de investigación utilizado ha sido descriptivo, debido a que el estudio solo ha identificado las características y ha recogido la información pertinente sobre las variables analizadas; asimismo, el diseño de investigación ha sido longitudinal, por lo cual, se recolectó información en distintos períodos para llegar a inferir sobre los cambios observados en la gestión de residuos sólidos, luego de la implementación del centro de acopio.

En el caso de la metodología empleada, la presente investigación se inició con la caracterización, previa a la implementación del centro de acopio, de la producción de residuos sólidos bajo tres conceptos: generación per cápita, densidad de los residuos sólidos y

composición de los residuos sólidos. Esta etapa de la investigación se llevó a cabo utilizando la Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (Ministerio del Ambiente, 2015), la cual fue adaptada a la realidad problemática de la universidad objeto de estudio, tuvo la duración de 6 días, se recogió la información de 28 puntos distribuidos en toda el área física de la universidad y se consideró el 100% de los residuos generados por lo que no se aplicó ninguna técnica de muestreo. Luego del estudio de caracterización se describe el funcionamiento del centro de acopio implementado tomando en cuenta las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 900.058 2005 (INDECOPI, 2005) sobre todo

Luego del estudio de caracterización se describe el funcionamiento del centro de acopio implementado tomando en cuenta las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 900.058 2005 (INDECOPI, 2005) sobre todo en referencia al Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos en el Perú. Por otro lado ahí también se muestra la cadena que se debe continuar para el manejo de residuos sólidos.

Por otro lado para determinar el grado de optimización alcanzado con la implementación del centro de acopio se realizó una comparación entre el porcentaje de residuos reciclables que lograron recolectarse antes de la implementación y el volumen recolectado de residuos reciclables posterior a la implementación del centro de acopio.

RESULTADOS

La investigación se inicia con los resultados del estudio de caracterización, el cual es necesario ya que determina la información que se utilizará para estimar el volumen de los residuos sólidos que se generan y qué tipos de residuos se generan; ambos datos son de suma importancia para desarrollar el diseño físico del centro de acopio.

A. Estudio de caracterización de residuos

Tabla 1. Generación de residuos sólidos

Indicador	Unidad medida	Valor
Per cápita	Kg/hab-día	0.016
Diario	Ton/día	0.0907
Mensual	Ton/mes	2.7211
Anual	Ton/año	32.6534

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos realizado por la Universidad

En la tabla 1, se puede observar que cada individuo, perteneciente a la comunidad universitaria, genera 0,016 kilogramos durante un día, lo cual indica una generación estimada de 2,72 toneladas al mes y 32,65 toneladas al año.

Para calcular la densidad de los residuos sólidos se acondicionó el cilindro metálico de volumen definido (200 litros), en el cual se colocaron las muestras debidamente pesadas, buscando llenar el cilindro, para luego levantarlo unos 30 cm sobre el suelo y se dejó caer tres veces, esto con el fin de uniformizar la muestra.

Se procedió al cálculo de la densidad de los residuos sueltos (sin compactar) y luego de uniformizada la muestra (compactados) según se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Densidad de los residuos sólidos

Unidad Generadora	Kg/m ³
Primer piso	1,41
Segundo piso	88,55
Tercer piso	74,89
Cuarto piso	64,33
Quinto piso	93,4
Sexto piso	32,42
Centro de información	45,25
Comedor	25,35
Arquitectura	89,67
Talleres	27,09
PROMEDIO. PV Kg/m³	54,236

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos realizado por la Universidad

En la tabla 2, se presentan los kilogramos generados por metro cúbico, durante el estudio de caracterización, cuyo promedio ascendió a 54,236 kg/m³.

Rosales, Saldaña, Toledo, y Maldonado (2013) determinaron categorías para la composición de residuos sólidos. La categoría de reciclables orgánicos que incluían a los residuos alimenticios, papel y cartón y otros residuos orgánicos tales como hojas, pasto, árboles y similares. Otra categoría era los reciclables inorgánicos tales como el plástico, vidrio, metales y otros inorgánicos como los materiales de construcción. La tercera categoría estaba compuesta por los no reciclables que agrupaba a los residuos peligrosos y sanitarios.

Tabla 3. Composición de Residuos Sólidos

Componentes	Peso en kg	Peso en %
Materia Orgánica	30.42	5.57%
Madera, Follaje	0	0.00%
Papel	87.37	16.00%
Cartón	67.02	12.27%
Vidrio	58.78	10.76%
Plástico PET	110.34	20.20%
Plástico Duro	8.06	1.48%
Bolsas	25.44	4.66%
Cartón Multilaminado (Tetra Pack)	17.73	3.25%
Tecnopor y similares	16.48	3.02%
Metal	8.26	1.51%
Telas, textiles	9.12	1.67%
Caucho, cuero, jebe	0.84	0.15%
Pilas	0.28	0.05%
Restos de medicinas, focos, etc.	5.27	0.96%
Residuos Sanitarios	75.53	13.83%
Residuos Inertes	17.46	3.20%
Otros (Especificar)	7.81	1.43%

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos realizado por la Universidad

Por otro lado en la Tabla 3 se puede observar que el plástico PET tiene un volumen del 20.20% del total de composición de residuos sólidos; esto debido a que dicho plástico es usado en bebidas. En segundo lugar está el papel, con un 16%, lo cual resulta generalmente del servicio brindado por la universidad. En el caso del estudio realizado por Vargas, Alvarado, López, y Cisneros (2015) el plástico PET solo representó un 2.654% de los residuos sólidos generados, mientras que el papel alcanzó un 17.689% y los residuos alimenticios fueron el principal residuo con un 69.443%.

B. Funcionamiento del centro de acopio

La Norma Técnica Peruana NTP 900.058 2005 describe una cadena de manejo de residuos sólidos que se inicia con la generación de los residuos y que culmina con su disposición final o reaprovechamiento.

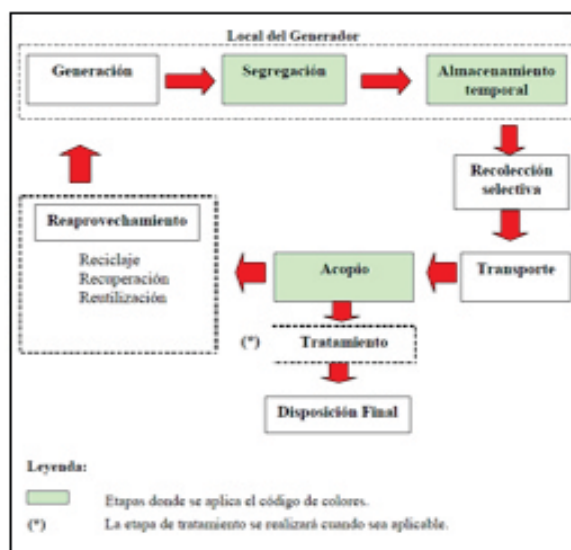


Figura 1. Cadena de manejo de residuos sólidos

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 900.058 2005

De la misma manera Bravo, Galarza, Baldeón, y Césare (2015) detallan, en su estudio, un manejo de residuos sólidos bajo un esquema de funcionamiento similar. Su descripción inicia con la segregación de residuos para luego pasar a la etapa de recolección, rotulado y transporte interno, posteriormente indica un almacenamiento central; luego de ello se podría dar una etapa de comercialización o reaprovechamiento y como conclusión de la cadena menciona que la última etapa sería una disposición final: los residuos peligrosos a un relleno de seguridad y los no peligrosos a un relleno sanitario. Para gestionar la generación de residuos menciona fue necesario el uso de botes rotulados y coloreados según el tipo de residuo, es por ello que se implementó puntos ecológicos tal como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Implementación de Puntos Ecológicos para recolección de residuos

Ambiente	Cantidad	Capacidad en litros
Pasadizo de laboratorios de Arquitectura	2	53
Pasadizo de entrada al campus	2	53
Pasadizo de comedor universitario	1	53
Pasadizo de centro de información	1	53
Pasadizo del centro médico universitario	1	53
Pasadizo de los laboratorios de ingeniería	1	53
Otras ubicaciones del edificio universitario	6	53
TOTAL	14	371

Fuente: Plan de manejo de Residuos Sólidos de la Universidad para el 2016 -2020

Para la segregación y almacenamiento temporal de residuos sólidos se acondicionó un área física de 51.75 m²



Figura 2. Distribución de Centro de Acopio

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 se observa que el centro de acopio cuenta con área para pesaje de los residuos, una mesa de trabajo para la segregación de los residuos por parte del personal de mantenimiento y almacenes temporales para residuos: peligrosos, vidrio, papel, cartón, plástico, generales y otros.

C. Optimización en la gestión de residuos sólidos

La optimización en la gestión de residuos sólidos se midió a través de la mejora en la recuperación de residuos reciclables tales como plástico PET, papel, cartón, entre otros.

Tabla 5. Acopio de residuos sólidos no peligrosos para los meses de junio y julio

Residuos	Junio	Julio
Papel	533	85
Cartón	368	68
Plástico PET	199	30
Plástico duro	61,5	9
Metal	146,3	29
Plástico PVC	37,7	19
Total	1345,5	240

Fuente: Informe del área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de la Universidad

En la Tabla 5 se observa que durante los meses de junio y julio se pudo reciclar 1345.5 y 240 kilogramos respectivamente.

Tabla 6. Acopio de residuos sólidos peligrosos para los meses de junio y julio del 2017 expresado en kilogramos

Residuos	Junio	Julio
Tóneres y cartuchos de tinta	3,06	10,35
Residuos biocontaminados	2,03	1,94
Residuos punzocortantes	1,98	0,81
Fluorescentes	11	8,16
Baterías		4,48
Total	18,07	25,74

Fuente: Informes del área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de la Universidad

En la Tabla 6 se ve una generación de residuos sólidos peligrosos de 43.81 kilogramos.

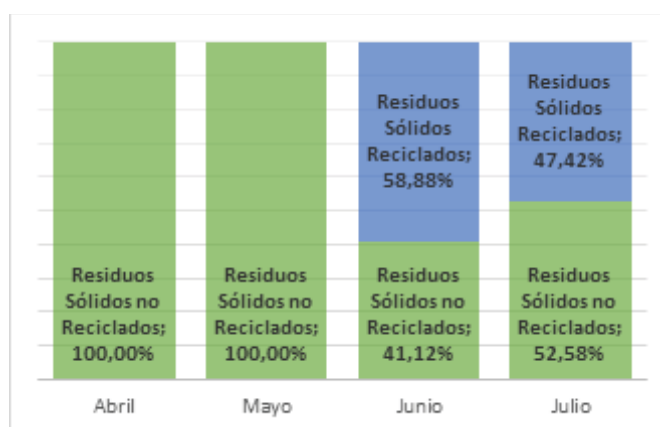


Figura 3. Optimización de los residuos sólidos a través del reciclaje

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3, se puede observar la optimización alcanzada en los meses de junio y julio en la gestión de residuos sólidos. Previo a la implementación del centro de acopio todo se destinaba a la recolección llevada a cabo por la municipalidad, sin embargo con el centro de acopio en funcionamiento cada kilogramo reciclado cuenta con optimización de la gestión de residuos sólidos.

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que la implementación del centro de acopio en la universidad analizada permitió optimizar la gestión de residuos sólidos a través de una estrategia de reciclaje. El centro de acopio ayudó a recopilar, desde el inicio de su funcionamiento, más del 40 % del total de residuos generados por la universidad. Cabe destacar que aún se puede mejorar dicha cifra ya

que muchos residuos se siguen enviando con la Municipalidad, esto podría significar una deficiencia en el proceso de segregación o inadecuada postura de la comunidad universitaria por colocar los residuos en el lugar correspondiente según la clasificación de los puntos ecológicos instalados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos, Z. (2010). Generación y gestión de residuos sólidos ordinarios en la Universidad Nacional de Costa Rica: patrones cuantitativos y sociológicos. 2(2). Recuperado el 04 de Septiembre de 2017, de <http://201.196.149.98/revistas/index.php/cuadernos/artide/view/154>
- Bravo, D., Galarza, Y., Baldeón, W., & Césare, M. (2015). Propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos para una empresa de manufactura de abrasivos. *Anales Científicos*, 76(1), 68-77. Recuperado el 04 de septiembre de 2017, de <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/artide/view/766/734>
- Caldera, Y. (2016). Manejo integral de los residuos sólidos en un núcleo universitario. *Revista Arbitrada Venezolana del Núcleo Luz Costa Oriental del Lago*, 11(2), 22-36. Recuperado el 04 de septiembre de 2017, de <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/impacto/artide/view/22299/22006>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- INDECOPI. (2005). *Gestión Ambiental*. Gestión de Residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos. Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales*. Perú. Recuperado el 01 de Marzo de 2017, de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/201503021822233.pdf>
- OEFA. (2014). *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial: Informe 2013-2014*. Lima: Ministerio del Ambiente. Recuperado el 04 de Septiembre de 2017, de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926
- Rosales, M., Saldaña, C., Toledo, V., & Maldonado, L. (2013). Caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Tecnológico de Tepic, una institución de educación superior. *Revista Bio Ciencias*, 2(3), 216-223. Recuperado el 11 de septiembre de 2017, de <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/artide/view/51/49>
- Ruiz, M. (2012). *Caracterización de residuos sólidos en la*

Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. Revista internacional de contaminación ambiental, 28(1). Recuperado el 04 de Septiembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000100008

Vargas, O., Alvarado, E., López, C., & Cisneros, V. (2015). Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca. Revista Iberoamericana de Ciencias , 2(5), 83-91.

Recibido: 13 abril 2018 | **Aceptado:** 15 setiembre 2018