

Nota Científica

Manejo y disposición de desechos sólidos en la zona industrial Lurigancho del Perú

Management and disposal of solid waste in the Lurigancho industrial zone of Peru

<https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.621.015>

Roberto Carlos Dávila Morán ¹

<https://orcid.org/0000-0003-3181-8801>

Eucaris del Carmen Agüero Corzo ²

<https://orcid.org/0000-0003-4587-3852>

Leonardo Velarde Dávila ³

<https://orcid.org/0000-0002-8096-0196>

Domingo Zapana Diaz ³

<https://orcid.org/0000-0001-5447-3549>

Justiniano Felix Palomino Quispe ³

<https://orcid.org/0000-0001-5220-0563>

José Leonor Ruiz Nizama ⁴

<https://orcid.org/0000-0003-0444-244X>

Recibido: 24/10/2021

Aceptado: 20/01/2022

RESUMEN

La presente nota científica plantea una propuesta para gestionar de manera integral el problema ocasionado por la mala disposición de los desechos sólidos en la zona industrial Lurigancho, Perú. Se basa en el modelo de operador, que considera la parte política, estratégica y regulador, de esta manera contar con indicadores, que sirvan de herramientas para la toma de decisiones en la gestión de residuos a las plantas industriales a partir de su control, vigilancia, información y clasificación. Esta propuesta se aplicó en doce lugares de disposición de los residuos industriales, puntos de monitoreo, con dos intervenciones, con la evaluación inicial se observó caos ambiental, con desbordamiento de los contenedores de basura, sin aprovechamiento de los residuos y proliferación de fauna nociva. Posterior a la inducción para ejecutar la propuesta, en la segunda intervención, posterior a 45 días, se precisó mejoras considerables, aplicándose recomendaciones objetivas basadas en los valores de los indicadores los que permitieron la planificación estratégica y operativa y de la programación y el control general. Los resultados preliminares hacen suponer que esta propuesta atiende requerimientos medioambientales y de salubridad, a través de la reducción y procesamiento de los residuos, cuya inadecuada disposición puede llegar a afectar la salud humana.

Palabras clave: Residuos sólidos, gestión de residuos sólidos, modelo de operador, basura.

ABSTRACT

This scientific note presents a proposal to comprehensively manage the problem caused by poor disposal of solid waste in the Lurigancho industrial zone, Peru. It is based on the operator model, which considers the political, strategic and regulatory part, thus having indicators that serve as tools for decision-making in the management of waste at industrial plants based on its control surveillance, information and classification. This proposal was applied in twelve industrial waste disposal sites, monitoring points, with two interventions, with the initial evaluation environmental chaos was observed, with overflow of garbage containers, without use of waste and proliferation of harmful fauna. After the induction to execute the proposal, in the second intervention, after 45 days, considerable improvements were required, applying objective recommendations based on the values of the indicators, which allowed strategic and operational planning and general programming and control. Preliminary results suggest that this proposal meets environmental and health requirements, through the reduction and processing of waste, whose inadequate disposal can affect human health.

Keywords: Solid waste, solid waste management, operator model, garbage.

¹ Universidad Privada del Norte (UPN). Lima, Perú

² Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Maturín, Venezuela

³ Universidad de San Martín de Porres (USMP). Lima, Perú

⁴ Universidad Nacional del Callao (UNAC). Callao, Perú

*Autor de Correspondencia: rdavila430@gmail.com

Introducción

El crecimiento demográfico, con mayor concentración en las zonas urbanas, el desarrollo descontrolado del sector industrial y/o empresarial, cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, han sido entre otras, las causas del aumento de la generación de residuos sólidos, por lo que la gestión en el manejo de los desechos sólidos



se ha convertido en un gran problema para las grandes ciudades (Sáez, A. & Urdaneta, J., 2014. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>). Se refiere como residuos o desechos sólidos al conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se originen en una comunidad, con la sola excepción de las excretas (Hidropaute, 2010. Instructivo para la gestión de residuos sólidos Disponible en: <https://www.celec.gob.ec/hidropaute/images/Ambiente/Gestion.de.residuos.solidos.pdf>).

El manejo de los residuos tienen una estrecha relación con la salud de la población, se han presentado tres situaciones principales, la primera referida a la transmisión de enfermedades bacterianas y parasitarias tanto por agentes patógenos transferidos por los residuos como por vectores que se alimentan y reproducen en los desechos; en segundo lugar el riesgo de lesiones e infecciones ocasionados por los objetos punzo penetrantes que se encuentran en los residuos, esta condición pone en alto riesgo la salud de las personas que recuperan materiales en los vertederos; y en tercer lugar la contaminación ocasionada por la quema de residuos, la cual afecta el sistema respiratorio de los individuos (Contreras, M., 2008. Evaluación de experiencias locales urbanas desde el concepto de sostenibilidad: el caso de los desechos sólidos del municipio de Los Patios (Norte de Santander, Colombia). Trabajo Social (10), 109-134). Además de problemas estéticos, de seguridad, de incidencia sobre la actividad humana y los causados por el deterioro del mobiliario urbano (Zafra, C., 2009. Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64311752020>).

De lo anteriormente mencionado, se desprenden consecuencias como contaminación del agua, al punto de no ser apta para el consumo humano y el desarrollo de la vida acuática; la quema de residuos sólidos ocasiona deterioro del aire conjuntamente con los gases tóxicos generados por la quema de materiales plásticos, así como el metano emanado por la descomposición de los residuos sólidos (Contreras, 2008). Es decir, la mala gestión de los desechos sólidos genera graves problema de salud ambiental que repercute de manera indirecta en la salud de la población.

La planificación es clave y para la gestión de los residuos sólidos implica control, recolección, transporte tratamiento, reciclado y eliminación de los materiales producidos por la actividad humana con el objeto de minimizar los efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente. En el Perú, actualmente, se observa el crecimiento hacia las ciudades, estimándose 75% de los pobladores en zonas urbanas, significando mayor producción de basura, además 50% de estos desechos son tratados ineficientemente; a pesar de los esfuerzos por parte del Estado, el manejo de los residuos sólidos es un tema que tiene muchísimo por mejorar. La nueva ley de gestión integral de residuos sólidos D.L. N° 1278 establece tres ejes para gestionar los desechos de manera adecuada. En primer lugar, cambio de paradigma al definir a los residuos sólidos no solo como desechos, sino como un insumo para otras industrias. Seguido por el desarrollo de industrias del reciclaje, y finalmente tratamiento integral de los residuos, Estado, industrias y ciudadanos (EPG Universidad Continental, 2019. ¿Cómo se maneja los residuos sólidos en el Perú? Disponible en: Universidad Continental <https://blogosgrado.ucontinental.edu.pe/como-se-manejan-los-residuos-solidos-en-el-peru>).

En concordancia a lo mencionado, en la zona industrial Luringancho (Perú), es ejemplo de crecimiento demográfico desorganizado, con alta producción de desechos sólidos que ha generado caóticos y complejos problemas de salud ambiental, es por ello, que la presente nota técnica pretende colaborar a crear conciencia de la necesidad de contribuir a ordenar y controlar el crecimiento y renovación de la zona industrial Luringancho en forma armónica, organizada y funcional, de manera que no contravenga con los conceptos fundamentales del urbanismo industrial y de la buena arquitectura.

Propuesta técnica

A través de evidencia basadas en investigaciones anteriores se propone establecer los 'modelos de operadores' para gestionar los residuos industriales en la zona industrial Luringancho, del Perú, de esta manera contar con un servicio sostenible, basado en planificación estratégicas y programada. La definición de trabajo de un modelo de operador utilizado en este trabajo; identifica seis funciones institucionales inherentes dentro de un sistema municipal de manejo de residuos sólidos (MSWM; Wilson et al, 2001). Tres de estos: 1. planificación que debe ser estratégica y operativa, con una programación y de control generales. 2. Política: regirse por el marco establecido a nivel nacional e implementado a nivel regional y local dentro del cual se entrega MSWM y, 3. Regulador: responsable del seguimiento y cumplimiento de los MSWM con las normas legales para la protección del medio ambiente.

Como se muestra en la figura 1, un modelo de operador, se define por la interacción entre las tres funciones institucionales locales en términos de propiedad, toma de decisiones, responsabilidad, contratos y acuerdos, gestión y flujos de recaudos financieros. El cliente es responsable de garantizar la prestación de un servicio de MSWM confiable que cumpla con los requisitos del marco, mientras que el recaudador de ingresos recolecta las tarifas u otras fuentes de ingresos. La prestación real de servicios en la práctica es la función del operador, que puede ser proporcionada por el sector público, por el sector privado o por alguna variación de asociación público-privada.

Modelo Operador = Cliente + Recaudador de ingresos + Operador

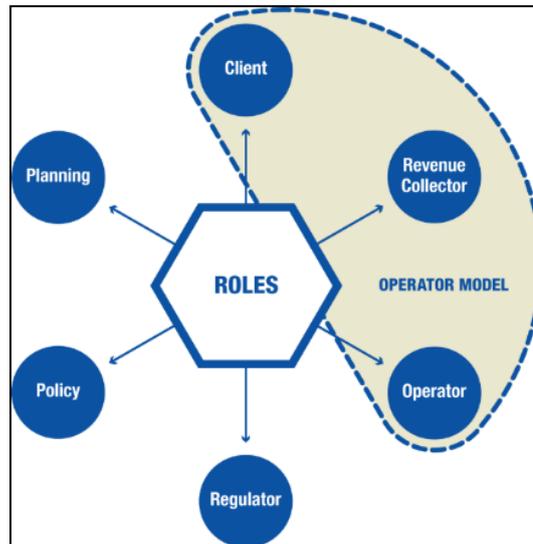


Figura 1. Definición de un modelo de operador. Los seis roles y responsabilidades institucionales que deben cumplirse para brindar servicios sostenibles de Gestión de Residuos Sólidos Municipales (MSWM), (Wilson *et al.*, 2001 Guía de Planificación Estratégica para la Gestión de Residuos Sólidos Municipales del Banco Mundial.

El objetivo de esta propuesta se basa en realizar acciones objetivas orientadas por datos y/o indicadores de gestión de residuos sólidos, lo que permitirá orientar los esfuerzos y optimizar los recursos, para extender el servicio a la ciudad, sea sostenible y contribuya a sanear el medio ambiente. Siendo esencial que los clientes den sus pagos oportunos, en este caso industrias, garantizando el rendimiento de este modelo. Asimismo, es indispensable se realice planificación estratégica, la cual es un proceso y no un evento; el desempeño de un plan en el cumplimiento de sus objetivos debe ser evaluado y ejecutado realizando intervenciones, como un insumo principal, en ciclos de planificación posteriores.

Por tanto, la planificación estratégica, se puede subdividir en dos pasos: estrategia y plan de acción. La "Estrategia" establece el marco general bajo qué sistemas y estándares MSWM se desarrollarán, y el "Plan de Acción" las opciones específicas que se van a seguir para cumplir con los requisitos de la estrategia. Una vez establecido el plan estratégico, más trabajo de diseño detallado estará obligado a establecer las disposiciones precisas para su ejecución (Planificación Operativa) (Wilson *et al.*, 2017. Operator models for delivering municipal solid waste management services in developing countries: part a - the evidence base. <https://doi.org/10.1177/0734242X17705723>

Metodología desarrollada

El diseño de la investigación, se fundamentó en el modelo de operador (Wilson, D. C., Whiteman, A. & Tormin, A. (2001). Strategic Planning Guide for Municipal Solid Waste Management. Washington: World Bank. Disponible en: https://davidwilson.com/project_category/strategic-planning/) donde se vinculan seis funciones institucionales inherentes dentro de un sistema; registro fotográfico programado en los puntos de monitoreo. En este caso solo se consideraron la planificación, la política y el mecanismo regulador en la gestión de manejo de residuos sólidos (GRS), en la zona industrial de San José de Lurigancho. Para la aplicación de modelo operador se seleccionaron 12 puntos de monitoreo (Tabla 1) según las características intrínsecas de la zona industrial. Se realizaron 2 intervenciones de 7 días cada una, en la primera, posterior a la inducción al parque industrial a los 45 días se ejecutó la segunda intervención.

Asimismo, se caracterizó por registro de imágenes los indicadores ambientales, como la presencia de roedores, vectores, manejo de los desechos. Además, se realizó una lista de chequeo sobre las condiciones de saneamiento básico de la zona.

Indicadores de servicio del GRS, contemplados en la planificación estratégica y operativa y de la programación y el control generales

I. Generación

1. **Tasa de generación de residuos sólidos (TGRS):** Cantidad de residuos sólidos generados diariamente por unidad industrial (Kgs/Industria).

Tabla 1. Puntos de monitoreo del modelo operador en la zona industrial Lurigancho

Punto de monitoreo	Coordenadas UTM		Referencia
	Este	Norte	
PM1	294416.00	8676142.00	Ubicado en la esquina de Refinería NEXSA dedicado a producción de Zinc refinado y derivados y frente empresa chancadora de silicio
PM2	294600.00	8675908.00	Frente a la empresa Grupo silvestre dedicado al rubro comercialización y distribución de (Agroquímicos)
PM3	294656.00	8675896.00	Chanchería
PM4	294682.00	8675690.00	
PM5	294592.00	8675528.00	Compañía minera Doña Gloria SAC
PM6	294819.00	8675238.00	Empresa RHINO dedicada fabricación de ladrillos
PM7	294665.00	8675240.00	Empresa de fertilizantes (anónimo)
PM8	294500.00	8675302.00	Taller mecánico
PM9	294312.00	8675296.00	Empresa chancadora de silicio
PM10	294137.00	8675318.00	Depósito de la empresa Mimaskot
PM11	294185.00	8675628.00	Empresa FITESA rubro textil
PM12	294124.00	8675864.00	Empresa cafetalera ROMEX

2. **Tasa de generación general de residuos sólidos (TGGRS):** Cantidad de residuos sólidos generados diariamente por el parque industrial (Toneladas).

II. Aprovechamiento de residuos

1. **Tasa de recuperación por tipo de residuos sólidos (TReTRS):** Cantidad de residuos sólidos recuperados diariamente por unidad industrial (Kgs/Industria).

III. Barrido

1. **Cobertura de barrido manual (%) (CBMa):** Es la cantidad de kilómetros barridos/Km que requieren ser barridos, multiplicado por 100.
2. **Cobertura de barrido mecánico (%) (CBMe):** Es la cantidad de kilómetros barridos/Km que requieren ser barridos, multiplicado por 100.

IV. Recolección

1. **Tasa de recolección de residuos sólidos (TReRS):** Cantidad de residuos sólidos recolectados diariamente por unidad industrial (Kgs/Industria).
2. **Frecuencia de recolección de residuos sólidos (FRERS):** Es el %, unidad industrial atendidas por frecuencia programada (diaria, interdiaria o semanal).
3. **Tipo de vehículos (TV):** % de vehículos de recolección dotados de compactación.
4. **Tamaño de la flota (TF):** Número de vehículos de recolección dotados de compactación, por cada 5 industrias.
5. **Antigüedad de la flota (AF):** % de vehículos de recolección dotados de compactación, de menos de 10 años.
6. **Flota en funcionamiento (FF):** % de vehículos de recolección dotados de compactación

V. Transferencia

1. **Tamaño de la flota de transferencia (TFT):** Número de vehículos de transferencia, por cada 5 industrias.
2. **Antigüedad de la flota de transferencia (AFT):** % de vehículos de transferencia, de menos de 10 años.
3. **Flota en funcionamiento de transferencia (FFT):** % de vehículos de transferencia.

VI. Personal

1. **Personal ocupado (PO):** Número de personas ocupadas, por cada 5 industrias.

Resultados preliminares

Al realizar la caracterización de los doce puntos de monitoreo y sus alrededores se observó en la primera intervención, todos los puntos contaban con cajas metálicas, el 25% (3/12) presentaba capacidad insuficiente de

almacenamiento de los residuos sólidos, a pesar del uso en el 100% (12/12) de empaques plásticos no había selección de los residuos, ni uso de tapas metálicas en los contenedores, además de haber presencia de basura en los alrededores. No había aprovechamiento de los desechos sólidos, para reciclaje. Posterior a la inducción al personal involucrado de gestionar los residuos sólidos, donde se propone realizar ajustes en el modelo operador, en la segunda intervención, se precisó, ajustes de caja metálicas en 33,33%, correctivos con aumento de capacidad de almacenamiento 25%; el uso de bolsas plásticas mejoró en su buen uso, estando estas intactas (no rotas) y selladas. En las unidades industriales se inició en 58,33% (7/12) con la recogida de desechos sólidos de manera selectiva, con 33,33% iniciaron programas para la recuperación de los residuos. En el 100% se constató que no había desbordamiento de residuos sólidos alrededor de las cajas metálicas y 75% (9/12) realizan el tapado correcto de las cajas metálicas (tabla 2).

Tabla 2. Caracterización de los puntos de monitoreo y sus alrededores

Intervención n	Caracterización														
	Caja metálicas (Unidad)		Capacidad de almacenamiento		Uso de empaques plásticos		Recogida selectiva		Tapa de caja metálica		RS alrededor		Recuperación		
	I	II	I	II	I*	II**	I	II	I	II	I	II	I	II	
Puntos de monitoreo	PM1	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	No
	PM2	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	Si
	PM3	1	2	Insuficiente	Suficiente	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	No
	PM4	1	2	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	No
	PM5	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si
	PM6	1	3	Insuficiente	Suficiente	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si
	PM7	1	3	Insuficiente	Suficiente	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No
	PM8	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	No
	PM9	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No
	PM10	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si
	PM11	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No
	PM12	1	1	Suficiente	Suficiente	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No	No	No

% de ajuste de cajas metálicas: 33,330%

Aumento de capacidad de almacenamiento 25,00%

100% de uso de bolsa plásticas, pero para la II intervención no deterioradas y selladas

58,33% (7/12) de las unidades industriales para II intervención iniciaron la recogida selectiva

75,00% (9/12) aplican a partir de la intervención tapado de la caja metálica

100% no hay desbordamiento de RS alrededor de la caja metálica

33,33% de las unidades industriales evaluadas iniciaron los programas de recuperación de residuos industriales

La mala disposición de los residuos ofrece el medio favorable para la proliferación de organismos que pueden servir de vectores biológicos o mecánicos de enfermedades; lo que se evidenció, en la primera intervención, los doce puntos de monitoreo industriales con alta presencia de diversas especies de moscas (*Musca domestica*, *Fannia* sp., *Phaenicia sericata*, *Musca musculus*) y roedores (*Rattus norvergicus* y *Rattus rattus*) (tabla 3). Luego, de que se aplicará las recomendaciones propuestas en esta nota técnica, en la segunda intervención, se observó una considerable disminución del número de especímenes nocivos, clasificándose sus presencias de media a baja, por lo que se infiere que utilizando mejoras en cuanto la planificación, como implementando la cantidad necesaria de contenedores para depositar los desechos, conjuntamente con estrategias y mecanismos para evitar las consecuencias e impacto ambientales negativo, además de emplear parte de los desechos sólidos como material de provecho.

Posterior a las intervenciones, en base a lo observado, se deduce que las decisiones previas, en cuanto al manejo de los desechos sólidos fueron tomadas con criterios intuitivos y subjetivos. Los indicadores proporcionaron información estadística importante que permitieron canalizar estrategias adecuada según las características de cada uno de los puntos industriales monitoreado. En cuanto a la minimización de residuos sólidos, se estimó un aproximado de 6,5 toneladas/día menos de basura, entre la primera y segunda intervención, la información aportada por las tasas de generación, permitió realizar ajustes en los procesos de fabricación, además de iniciarse con el aprovechamiento de los residuos con una tasa de 3715,15 Kg/día. Asimismo, la planificación estratégica de los procesos de recolección y transferencias de los desechos industriales, se demostraron en la primera intervención ser ineficaces, que era necesario aumentar y replantear la programación del servicio, para poder sanear los puntos de monitoreo, el cual debe ser específico según los requerimientos e información aportada por los indicadores de GRS.

Discusión

Con la valoración preliminar de los resultados, se constato lo reportado por investigaciones anteriores, que demostraron que han demostrado un incremento en la generación de residuos, según lo reportado por Dong *et al.*, 2001

() se ha estimado que está entre 3,2 a 4,5% para los países desarrollados y entre 2 a 3% para los países en vía de desarrollo; en el caso latinoamericano (Ripoll, J. 2003 La basura no tiene que ser un problema. Disponible en: http://www.fsa.ulaval.ca/rdip/cal/lectures/societe_ecolo/basura_no_tiene_porque_ser.htm) indicó que la tasa de generación en las últimas décadas se ha incrementado de 0,5 a 1 Kg/habitante-día, lo cual resulta inferior en un 25% a 50% a la tasa de generación de los países industrializados. Para 2005 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) reportó que la tasa media per cápita de residuos sólidos urbanos asciende a 0,91 Kg/habitante-día para América Latina y El Caribe. Las cifras anteriormente señaladas, resulta agobiante para todas las naciones, por lo que es primordial establecer estrategias que se orienten de manera sostenible el manejo adecuado de los residuos sólidos y concientizar al individuo sobre la necesidad de reducir la cantidad de residuos que genera, combinando esta acción con la cultura de aprovechamiento (reusar, reciclar) (OPS, 2005. Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington, DC).

Tabla 3. Fauna nociva presente en los puntos de monitoreo y sus alrededores

Intervención	Abundancia												
	Moscas						Roedores						
	<i>Musca domestica</i>		<i>Fannia sp.</i>		<i>Phaenicia sericata</i>		<i>Mus musculus</i>		<i>Rattus norvegicus</i>		<i>Rattus rattus</i>		
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
Puntos de monitoreo	PM1	Alta	Media	Alta	Baja	Media		Alta	Media	Media	Baja	Alta	Media
	PM2	Alta	Media	Alta	Baja			Alta	Media			Alta	Media
	PM3	Alta	Media	Alta	Baja			Alta		Media	Baja	Alta	Media
	PM4	Alta	Media	Alta	Baja	Media	Baja	Alta		Media	Baja	Alta	Media
	PM5	Alta	Alta	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Media			Alta	Media
	PM6	Alta	Alta	Alta	Baja	Media	Baja	Alta	Media			Alta	Media
	PM7	Alta	Media	Alta	Baja	Media	Baja	Alta				Alta	Media
	PM8	Alta	Media	Alta	Baja			Alta	Media	Media	Baja	Alta	Media
	PM9	Alta	Media	Alta	Baja	Media		Alta	Media			Alta	Media
	PM10	Alta	Media	Alta	Baja			Alta	Media			Alta	Media
	PM11	Alta	Alta	Alta	Baja			Alta	Media			Alta	Media
	PM12	Alta	Media	Alta	Baja	Media		Alta				Alta	Media

Para moscas: **Alta:** 100 o más especímenes por M²; **Media:** 25 a 99 especímenes por M²; **Baja:** 24 o menos especímenes por M²
Baja: Presencia de escasa cantidad de indicios: pocos excrementos o cagarrutas, ausencia de señales de grasa y mínimos daños a objetos con poca presencia de roeduras; **Media:** Presencia de indicios en mediana cantidad: pocas heces, algunas secas y endurecidas; roeduras de objetos. A veces puede observarse algún roedor cruzar una habitación en la noche; para algunos es señal de la presencia de 10 especímenes por cada ejemplar observado o detectado. y **Alta:** Presencia de gran cantidad de indicios: abundantes heces, pelos y manchas de grasa, rastros y sendas; observación de tres o más roedores en la noche y aun en el día. Se afirma que cada rata o ratón observado en un lugar durante el día, es indicativo de la existencia de, por lo menos, 50 ejemplares.

Tabla 4. Indicadores de servicio de la Gestión de manejo de residuos sólidos

Proceso	Indicador	Unidad de Medición	Intervención	
			I	II
Generación	TGRS	Kg/Industria (Promedio)	1.467,81± 780,86	979,03± 520,66
	TGGRS	Toneladas	17.613,72	11.148,35
Aprovechamiento de residuos	TReTRS	Kg/Industria	0	3715,15
Barrido	CBMa	%	24,45	48,13
	CBMe	%	16,12	30,21
	TReRS	Kg/Industria	484,37	306,58
	FReRS	%	Cada 3 días	Interdiaria
Recolección	TV	%	66,67	100,00
	TF	n°	3	5
	AF	%	66,67	100,00
	AF	%	33,33	100,00
Transferencia	FF	%	66,67	100,00
	TFT	n°	2	5
	AFT	%	50,00	100,00
Personal	FFT	%	50,00	100,00
	PO	n°	5	15

Tasa de generación de residuos sólidos (TGRS), Tasa de generación general de residuos sólidos (TGGRS), Tasa de recuperación por tipo de residuos sólidos (TReTRS), Cobertura de barrido manual (%) (CBMa), Cobertura de barrido mecánico (%) (CBMe), Frecuencia de recolección de residuos sólidos (FReRS), Tipo de vehículos (TV), Tamaño de la flota (TF), Antigüedad de la flota (AF), Flota en funcionamiento (FF), Tamaño de la flota de transferencia (TFT), Antigüedad de la flota de transferencia (AFT), Flota en funcionamiento de transferencia (FFT) y Personal ocupado (PO)

Con la implementación de la propuesta del modelo de operador en la zona de estudios hubo, en corto tiempo, cambios significativos, debido a la planificación operativa acertada para cada caso, condiciones similares a las reportadas por Wilson et al., 2017 en investigación de 134 estudios de casos seleccionados en países emergentes y en

desarrollo afirmando que no existe un modelo de operador "estándar" que sea apropiado en todos los países en desarrollo y en todas las circunstancias para la prestación de servicios de MSWM.

Posterior a realizar la prueba piloto de la propuesta de establecer MSWM, en la zona en estudio. Es evidente que la gestión de residuos sólidos debe ser integral, articulado e interrelacionado en marco de políticas, planificaciones operativas que implique acciones regulatorias, administrativas, educativas, monitoreo y evaluación, asimismo contar con inversión financiera y una oportuna recaudación, ya que la gestión de los residuos sólidos y su sostenibilidad es costosa.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no haber conflictos de intereses

Agradecimientos

Los autores agradecen a todas a personas e instituciones que de una u otra forma hicieron posible la realización de esta investigación.