



Contaminación ambiental y gestión de residuos sólidos en la ciudad minera de Cerro de Pasco

Environmental pollution and solid waste management in the mining town of Cerro de Pasco

Poluição ambiental e gestão de resíduos sólidos na cidade mineira de Cerro de Pasco

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i25.344>

Leonidas Félix Villaorduña Caldas
lvillaordunac@undac.edu.pe

Hans Nicolás Huamán López
hhuamanl@undac.edu.pe

Hitlser Juan Castillo Paredes
hcastillop@undac.edu.pe

Jhan Carlos Jimenez Inza
jjimenez@email.munipasco.gov.pe

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú

Artículo recibido: 20 de noviembre 2024 / Arbitrado: 30 de diciembre 2024 / Publicado: 27 de enero 2025

RESUMEN

La contaminación ambiental derivada de la actividad minera representa un desafío global con impactos locales devastadores, especialmente en comunidades como Cerro de Pasco, Perú, donde la exposición a metales pesados alcanza niveles alarmantes. El trabajo se desarrolló en la ciudad de Cerro de Pasco, en el año 2023. El objetivo es analizar la contaminación ambiental y manejo de residuos sólidos en la ciudad minera de Cerro de Pasco, Perú. Es un estudio enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y analítico, de corte transversal. Diseño no experimental. Se recogió la opinión de los pobladores sobre la contaminación ambiental en esta ciudad; se analizó también la gestión y manejo de los residuos sólidos. Mayormente contaminan el ambiente la actividad minera y la doméstica, los que afectan la salud pública. Los municipios son los responsables de la gestión y el manejo de los residuos domiciliarios y no domiciliarios, conocidos como los municipales. Los resultados revelan que se generan en total 65.81 t/día, resultando que el 40.29% corresponde a los domiciliarios, la mayoría (57.59%) son los no domiciliarios, y el 2,11 % corresponde a los especiales que son manejados por el Ministerio de Salud. Cada persona, genera en promedio 470 gramos de residuos domiciliarios por día. Los residuos aprovechables son el 62.77% del total de los residuos municipales, los orgánicos constituyen el 50% de los mismos. Finalmente, se concluye que existen dificultades en todas las etapas del manejo de los residuos, los más notorios están en la valoración y disposición final.

Palabras clave: Contaminación; Domiciliarios; Especiales; Municipales; Residuos

ABSTRACT

Environmental pollution from mining activity represents a global challenge with devastating local impacts, especially in communities such as Cerro de Pasco, Peru, where exposure to heavy metals reaches alarming levels. The work was carried out in the city of Cerro de Pasco, in 2023. The objective is to analyze environmental pollution and solid waste management in the mining city of Cerro de Pasco, Peru. It is a quantitative, descriptive and analytical, cross-sectional study. Non-experimental design. The opinion of the residents on environmental pollution in this city was collected; the management and handling of solid waste was also analyzed. Mining and domestic activity mostly pollute the environment, which affects public health. Municipalities are responsible for the management and handling of household and non-household waste, known as municipal waste. The results reveal that a total of 65.81 t/day is generated, of which 40.29% corresponds to household waste, the majority (57.59%) is non-household waste, and 2.11% corresponds to special waste handled by the Ministry of Health. Each person generates an average of 470 grams of household waste per day. Recyclable waste accounts for 62.77% of the total municipal waste, and organic waste accounts for 50% of it. Finally, it is concluded that there are difficulties in all stages of waste management, the most notable being in the assessment and final disposal.

Key words: Contamination; Household; Special; Municipal; Waste

RESUMO

A poluição ambiental causada pela atividade de mineração representa um desafio global com impactos locais devastadores, especialmente em comunidades como Cerro de Pasco, no Peru, onde a exposição a metais pesados atinge níveis alarmantes. O trabalho foi realizado na cidade de Cerro de Pasco, em 2023. O objetivo é analisar a poluição ambiental e a gestão de resíduos sólidos na cidade mineira de Cerro de Pasco, Peru. Trata-se de um estudo quantitativo, descritivo e analítico, de corte transversal. Design não experimental. Foi coletada a opinião dos moradores sobre a poluição ambiental nesta cidade; A gestão e o manuseio de resíduos sólidos também foram analisados. O meio ambiente é poluído principalmente pela mineração e atividades domésticas, que afetam a saúde pública. Os municípios são responsáveis pela gestão e tratamento de resíduos domésticos e não domésticos, conhecidos como resíduos urbanos. Os resultados revelam que são geradas um total de 65,81 t/dia, das quais 40,29% correspondem a resíduos domiciliários, a maioria (57,59%) são resíduos não domiciliários e 2,11% correspondem a resíduos especiais gerenciados pelo Ministério da Saúde. Cada pessoa gera em média 470 gramas de lixo doméstico por dia. Os resíduos recicláveis representam 62,77% do total de resíduos urbanos, enquanto os resíduos orgânicos representam 50%. Por fim, conclui-se que há dificuldades em todas as etapas do gerenciamento de resíduos, sendo as mais notáveis na avaliação e disposição final.

Palavras-chave: Poluição; Entregas ao domicílio; Especiais; Municipal; Desperdício

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental derivada de la actividad minera presenta un desafío global con impactos locales devastadores, especialmente en comunidades como Cerro de Pasco, Perú, donde la exposición a metales pesados alcanza niveles preocupantes (1) Por estas razones, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2), ha identificado a Cerro de Pasco como una "zona de sacrificio" en América Latina y el Caribe, reconociendo las graves consecuencias para la salud de sus habitantes debido a la contaminación persistente (3). Sobre el tema, estudios de Source International (1) revelan concentraciones extremadamente altas de metales pesados como plomo, arsénico, mercurio y cadmio en el agua, el suelo y el aire, superando los límites máximos de seguridad establecidos por estándares peruanos e internacionales. La exposición a estos metales pesados no solo afecta la salud física, provocando enfermedades crónicas, sino que también ha impactado el desarrollo cognitivo de los niños, disminuyendo sus niveles de coeficiente intelectual (4).

Es de resaltar que, el manejo inapropiado de residuos sólidos agrava los problemas de contaminación en Cerro de Pasco, donde factores como el crecimiento poblacional y la falta de conciencia ambiental contribuyen a la acumulación de desechos.

En este contexto, la Organización Mundial de la Salud (5), subraya la importancia de un

manejo integral de residuos para proteger la salud pública y el medio ambiente, destacando que la disposición final inadecuada de residuos sólidos genera impactos ambientales negativos y riesgos sanitarios. Es necesario implementar estrategias de gestión de residuos que involucren a la comunidad y promuevan prácticas ambientalmente responsables para mitigar estos impactos.

Por su parte, la Organización Panamericana de la salud (6), plantea que, mientras tanto, el medio ambiente y la crisis climática siguen acelerándose, los impactos de la mala gestión de los residuos y el cambio climático se sienten especialmente en las comunidades empobrecidas que carecen de suministros de agua y saneamiento gestionados de forma segura y resistente, y tienen una atención sanitaria de mala calidad.

Cabe decir además que, la gestión de residuos sólidos, es planificar ciudades y comunidades sostenibles, saludables e inclusivas; aún, cuando a muchas administraciones le asignen altos presupuestos como a países de bajos ingresos, más del 90% de los desechos todavía se están arrojando o quemando abiertamente; lo que conlleva, a la emisión de gases de efecto invernadero que favorecen al cambio climático y a crisis sanitarias -peste negra-; es por ello, que las ciudades y países que crecen, deben tener sistemas para gestionar los desechos que mantengan a los ciudadanos saludables y a las comunidades limpias (7, 8). Los desechos sólidos, si no son debidamente

manejados, originan problemas de salud y un medio ambiente desagradable, constituirse en criaderos de insectos, parásitos y de otros animales dañinos; lo que aumenta, la transmisión de enfermedades, contaminar las fuentes de agua y el medio ambiente (9).

Es interesante mencionar que, en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, se formularon áreas de programas relacionadas con residuos sólidos a fin de promover el desarrollo sostenible y ecológicamente racional para el siglo XXI: (a) reducción al mínimo de los residuos, (b) aumento al máximo de la reutilización y reciclado ecológico, (c) promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racional de los residuos y (d) ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos. La población para el 2030 vivirán, en un 60% en las ciudades; con rápida urbanización y número creciente de habitantes en barrios pobres, con infraestructura y servicios inadecuados y sobrecargados, donde los hechos cruciales están de lado de la recogida de residuos y los sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte, lo cual está empeorando la contaminación del medio ambiente (10).

En relación con la recolección, transporte y disposición de residuos en América Latina y el Caribe, se observa que pocos países recolectan, transportan y disponen residuos al exterior del casco urbano, son pocos los con plantas formales para la segregación y reciclado. También, el mal manejo de los residuos sólidos genera externalidades

negativas como el deterioro estético de ciudades, perjuicio al equilibrio natural (urbano y rural), con la consecuente pérdida de la belleza y atractivo del paisaje (11). En muchos países, ni la gestión ni el manejo están bien encaminados; así, la gestión de los residuos sólidos, pese a ser una pieza clave de las ciudades sostenibles, sanas e inclusivas, no suelen ser tomados con la misma importancia en los países de bajos ingresos (12).

Por consiguiente, en la gestión integral de residuos se debe reducir, reutilizar, reciclar, tratar o realizar la disposición final. Además, tiene que ver con la formulación de políticas, planes y estrategias sectoriales, aspectos legislativos y regulaciones ambientales institucionales; así como, con una apropiada ejecución del proyecto técnico de manejo integral con la provisión de elementos de decisión política legales, administrativos, socioculturales, financieros, de infraestructura de obras y equipos para lograr los objetivos (11).

Adicionalmente, la integralidad en la gestión de residuos sólidos urbanos es abordar desde fuentes domiciliarias, comerciales, institucionales, municipales, agropecuarias e industriales; incluso, durante la generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final; también, con un enfoque interdisciplinario, social, técnico, económico, legal, institucional, ambiental y cultural; tanto, en la evaluación del impacto ambiental y social; así como, en la búsqueda de estrategias de minimización de riesgos ambientales (13).

El estudio de la contaminación ambiental tiene una importancia crucial, ya que permite implementar medidas que responden no sólo a cuestiones ambientales y de salud pública; sino también, a medidas de mitigación del cambio climático; en tanto que, los residuos sólidos orgánicos generan metano, mientras que la quema no controlada de residuos emite gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos (14).

Además, la degradación ambiental derivada de inadecuadas técnicas de manejo de residuos sólidos es un importante factor de deterioro del medio ambiente, que no sólo pone en riesgo a las generaciones presentes, sino que también produce impactos futuros debido a los pasivos ambientales que genera (15).

En este contexto en Perú, la disposición final en rellenos sanitarios es del 41% y el resto en vertederos o botaderos a cielo abierto. Los residuos sólidos son plásticos, metal, vidrio, textil, papel y cartón. Los residuos orgánicos son alrededor del 50%, los que generan gas metano en ausencia de oxígeno, provocando el efecto invernadero. Además, las emisiones generadas en rellenos sanitarios tienen el potencial de ser controlados a través de sistemas de captura y quema de metano, lo cual se torna difícil cuando se trata de disposiciones en vertederos cuyo manejo es inadecuado (16).

Históricamente, Cerro de Pasco tiene más de 400 años, con el virreinato (siglo XVII), por la

importancia de la minería, la Corona Española le otorga el título de la Ciudad Real de Minas. En el siglo XVIII es el mayor productor de plata en la colonia (17). Esta, afectada por la actividad minera, en Champamarca y Paragsha se encontró concentraciones de material particulado en suspensión en el aire que exceden los estándares de calidad ambiental del aire. Igualmente, los valores más elevados de metales pesados (cobre, manganeso, fierro, plomo y zinc) se determinaron en la Paragsha que supera la normativa del estándar establecida por Canadá. Identificándose que fuentes cercanas de contaminación del aire, dirección de viento y suspensión de partículas por la época de escasas lluvias, son factores que contribuyen con la contaminación (18).

Estudios han revelado altas concentraciones de arsénico, plomo, aluminio y manganeso en cabello de niños se determinaron en Paragsha respecto a Carhuamayo, superando los estándares alemanes. El valor promedio del cociente intelectual total fue de 82.5 en Paragsha; mientras que; el puntaje obtenido Carhuamayo fue de 94.8; es decir, los niños de Paragsha resultaron tener 12.3 puntos menos que los no expuestos a la contaminación ambiental (19).

Finalmente, estudios recientes relacionados a los decretos supremos 010-2017-SA y 005-2018-SA, para fundamentar medidas de emergencia sanitaria en las provincias de Pasco y Daniel A Carrión, revelan que hay problemas de salud pública en la ciudad de Cerro de Pasco (20, 11).

Por consiguiente, se desarrolló el estudio con el objetivo de analizar la contaminación ambiental y manejo de residuos sólidos en la ciudad minera de Cerro de Pasco, Perú, con la proyección de proponer medidas que permitan mejorar las condiciones ambientales de la ciudad en mención.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio presenta un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y analítico de corte transversal. Se analizó la relación entre la contaminación ambiental y la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Cerro de Pasco durante el año 2023. Se empleó un diseño descriptivo para caracterizar la opinión de la población sobre la contaminación y las prácticas de gestión de residuos, y un diseño analítico para examinar la composición y valorización de los residuos sólidos. No se realizó manipulación de variables, por lo que es un estudio de diseño no experimental.

El estudio se desarrolló en la ciudad de Cerro de Pasco, durante el año 2023, comprendida por las áreas urbanas de los distritos de Chaupimarca, Simón Bolívar y Yanacancha. Que, por su cercanía a los trabajos de explotación minera y arrojado de relaves y desperdicios mineros, se encuentran expuestos a la contaminación y desde luego generan también sus residuos sólidos.

Se revisó el Decreto Legislativo 1278 y Decreto Supremo 014-2017-MINAM, referidos a gestión integral de recursos sólidos y recolección de la

información sobre contaminación ambiental (21, 22), también, la Guía Metodológica para el Desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales del Ministerio del Ambiente del Perú (23); lo que, permitió precisar conceptos en cuanto a residuos sólidos y elaborar los instrumentos de investigación.

Para la opinión de los pobladores respecto a la contaminación y manejo de residuos sólidos domiciliarios se aplicó un cuestionario a 118 personas entre 18 y 70 años. Este constó de siete ítems: contaminación ambiental de la ciudad, agentes contaminantes, efectos de la contaminación, manejo de residuos en época del COVID 19, calificación al municipio por manejo de residuos sólidos y sugerencias para la mejora del manejo de residuos.

También, se determinó el peso, la composición y la valorización de los residuos en la planta piloto de tratamiento de residuos sólidos y hospitalarios Figura 1, de la Municipalidad Provincial de Pasco. Con la información proporcionada por las municipalidades provincial y distritales (Simón Bolívar y Yanacancha), se analizaron datos sobre la generación, segregación y características del aprovechamiento y valorizaciones, así como de la disposición final de los residuos municipales.

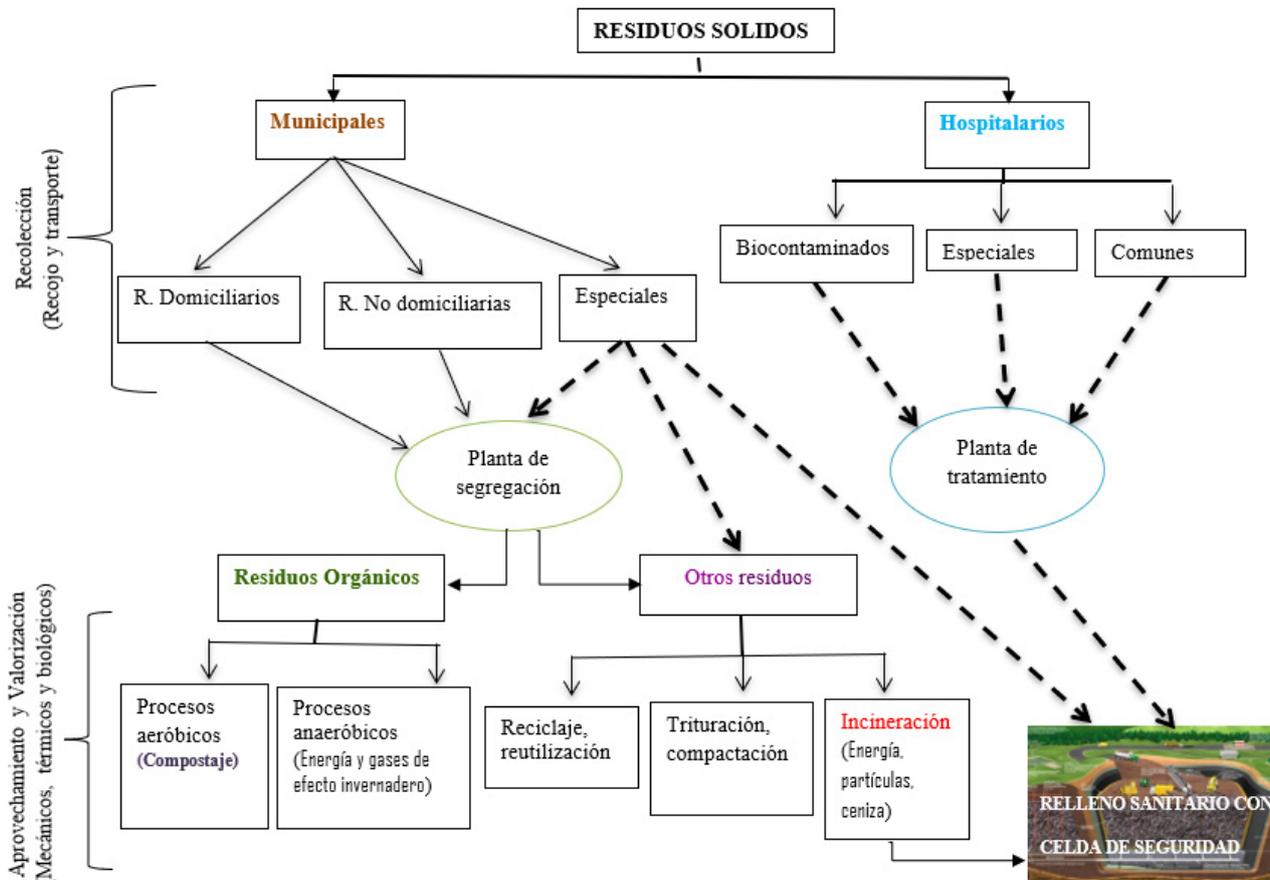


Figura 1. Manejo de residuos municipales y hospitalarios. Figura de elaboración propia.

A voluntad del participante para el estudio de caracterización, fue empadronado, codificado y visitado por 8 días consecutivos por el personal del municipio a fin de realizar el trabajo de campo. En este proceso, se entregaron las bolsas de color verde previamente codificadas, etiquetadas y numeradas para recolectar los residuos domiciliarios cada día y al día siguiente se recogieron las mismas con residuos de la vivienda seleccionada en la muestra.

Llegadas las muestras al lugar de caracterización, se clasificaron por estrato

socioeconómico; luego, fueron pesadas y registradas en el formato de generación per cápita de residuos. Este proceso, fue repetido durante 8 días consecutivos, los datos diarios de 7 días fueron promediados. Las muestras recolectadas del primer día no se consideraron como datos válidos para evitar la alteración de los resultados en el estudio. La unidad de medida fue kg/persona/día; los residuos pesados fueron determinados su composición. Finalmente, todos los residuos, al igual que sucede diariamente con los residuos

municipales de la ciudad fueron trasladados hacia la disposición final.

En el caso de residuos no domiciliarios y especiales, se tuvo en cuenta los días laborables de los establecimientos estudiados, se recogieron las muestras según los códigos y las numeraciones establecidas por 7 días consecutivos, estos datos fueron divididos adecuadamente para obtener la cifra promedio diario, la unidad de medida fue kg/día. Las muestras estudiadas fueron de los establecimientos comerciales, hoteles, mercados, restaurantes, instituciones educativas, instituciones públicas y privadas; así como de barrido y limpieza de espacios públicos. Los resultados fueron organizados, analizados e interpretados en el programa de acceso libre JAMOVI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, el apartado correspondiente a los resultados, en este se presenta un análisis de la percepción de la población sobre la contaminación ambiental en Cerro de Pasco, así como las prácticas de gestión y manejo de residuos en la

ciudad. Igualmente, se aborda la generación de residuos, los métodos para recoger y transportar, así como las iniciativas sobre el aprovechamiento y la valorización. Finalmente, se describen las características de la disposición final de los residuos.

En la tabla 1, la mayoría de los pobladores (80.4%) respondieron que la contaminación es muy grave. El 53.6% mencionaron a la actividad minera y los pasivos ambientales como agente que contamina más, seguido de los residuos sólidos con el 39.2%. En cuanto a los efectos que causa la contaminación ambiental, gran porcentaje (81.4%) dijeron que afecta a la salud humana. Con referencia al manejo de residuos en época del COVID 19, opinaron, el 42% ha seguido igual, el 43% desmejoró. Sobre la calificación al municipio por manejo de residuos sólidos, cifras mayores, el 49.2% manifestaron de regular con algunas fallas, el 32% regular con varias fallas. Como sugerencias para mejorar el manejo de los residuos, la mayoría (50%) piensan que se deben realizar campañas de sensibilización a la población.

Tabla 1. Opinión de la población sobre contaminación ambiental.

Ítems	Características	Cantidad (N°)	Porcentaje (%)
Contaminación ambiental de la ciudad	Muy grave	95	80.4
	Grave	17	14.6
	Leve	6	5.0
	Total	118	100.0
Agentes contaminantes	Minería y pasivos ambientales	63	53.6
	Residuos sólidos	46	39.2
	Agua contaminada	8	7.2
	Total	118	100.0

Ítems	Características	Cantidad (N°)	Porcentaje (%)
Efectos de la contaminación	Afecta la salud humana	96	81.4
	Ahuyenta a visitantes	12	10.3
	Afecta a negocios	6	5.0
	Perjudica el ornato de la ciudad	4	3.3
	Total	118	100.0
anejo de residuos en época del COVID-19	Ha seguido igual	50	42.0
	Desmejoró	51	43.0
	No sabe	18	15.0
	Total	118	100.0
Calificación al municipio por manejo de residuos sólidos	Regular con algunas fallas	58	49.2
	Regular con varias fallas	39	32.8
	Mala	21	18.0
	Total	118	100.0
Sugerencias para la mejora del manejo de residuos	Campañas de sensibilización	59	50.0
	Demostraciones de manejo	26	22.4
	Reparto de materiales educativos	20	16.6
	Conferencias y charlas	13	11.0
	Total	118	100.0

Gestión y manejo de los residuos sólidos. Generación

El recojo de residuos sólidos domiciliarios, es realizado en las puertas de las viviendas, esquinas de calles u otro lugar. Acumulan los residuos en bolsas de plástico y en latas, que posteriormente pasan al camión recolector.

La Tabla 2, muestra que la generación per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios es de 0.469 kg/día, con ligeras diferencias entre los estratos socioeconómicos distribuidos de la

siguiente manera: el sector medio alto generó 0.470 kg/día, mientras que el sector medio bajo produjo 0.468 kg/día. En términos de tonelaje diario, se tiene que, Yanacancha y Chaupimarca se identifican como los distritos con mayor producción de residuos domiciliarios, con 13.06 t/día y 12.3 t/día, respectivamente, seguidos por Simón Bolívar, con 1.16 t/día. En total, la generación diaria de residuos domiciliarios asciende a 26.52 t/día para una población total estimada en 56.473 habitantes.

Tabla 2. Generación per cápita de los residuos domiciliarios.

Ciudad de distritos	Estrato socioeconómico		Promedio (kg/día)	Población al 2023 (N°)	Generación de residuos (t/día)
	Medio alto	Medio bajo			
Chaupimarca	0.470	0.468	0.469	26234	12.3
Simón Bolívar	0.468	0.467	0.469	2450	1.16
Yanacancha	0.471	0.470	0.470	27789	13.06
Total	1.409	1.405	1.408	56473	26.52
Promedio	0.470	0.468	0.469		

Tomado de Municipalidad Provincial de San Román (31).

Por otro lado, la Tabla 3 muestra la generación de residuos no domiciliarios y especiales. Se observa que los residuos no domiciliarios alcanzaron un total de 37.20 t/día, siendo Yanacancha el distrito con mayor tonelaje (18.25 t/día), luego por Chaupimarca (16.24 t/día) y

Simón Bolívar (2.71 t/día). Los residuos especiales sumaron un total de 1.39 t/día, distribuidos principalmente entre Yanacancha (0.62 t/día) y Chaupimarca (0.59 t/día), mientras que Simón Bolívar aportó 0.18 t/día.

Tabla 3. Generación de residuos no domiciliarios (t/día).

Distritos	N° domiciliarios	Especiales
Chaupimarca	16.24	0.59
Simón Bolívar	2.71	0.18
Yanacancha	18.25	0.62
Total	37.20	1.39

Tomado de Municipalidad Provincial de San Román (31).

En cuanto a la composición de los residuos sólidos domiciliarios, la Tabla 4 revela que el 38.56% corresponde a residuos aprovechables (reciclados o reutilizables), seguidos por los orgánicos con un 30.68%, los no aprovechables con un 22.87%, por

último, los inorgánicos con un 7.89%. El sector medio bajo generó una mayor cantidad de residuos orgánicos (1,453.85 kg) en comparación con el sector medio alto (898.34 kg).

Tabla 4. Composición de los residuos sólidos domiciliarios.

Tipos de residuos	Medio alto		Medio bajo		Total	
	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%	Peso (kg)	%
Aprovechables	358.30	40	548.82	37.75	907.12	38.56
Orgánicos	217.40	24	504.17	34.68	721.57	30.68
Inorgánicos	140.90	16	44.65	3.07	185.55	7.89
No aprovechables	181.74	20	356.21	24.50	537.95	22.87
Total	898.34	100	1453.85	100.00	2352.19	100.00

Tomado de Municipalidad Provincial de San Román (31).

Transporte

Se realiza utilizando 6 camiones compactadores de 6 200 kg de carga útil, 2 volquetes y 5 vehículos trimóviles de 600 kg. No existe estación de transferencia. En Yanacancha, hay deficiencias para cumplir con los servicios de recojo y transporte de residuos, la cobertura es alrededor de 85% del área establecida para el recojo, los sectores menos favorecidos son los asentamientos humanos donde la frecuencia de recojo es de dos días por semana.

Aprovechamiento y valorización de residuos

La Municipalidad Provincial de Pasco tiene una planta piloto para la valorización de residuos sólidos donde se realiza producción de compost como parte de la valoración biológica aeróbica, la cantidad producida mensual es de 1 500 kg; se deja más del 50% para ser llevados a disposición final a cielo abierto. El abono orgánico producido es utilizado para contribuir con la fertilización de los jardines de los espacios públicos de la ciudad.

La valorización (reciclaje y la reutilización) son ejecutadas en cantidades muy pequeñas, se estima, menos de media t/día, lo realizan recicladores informales. La valoración energética y biológica con proceso anaeróbicos no son realizados. De estos datos y teniendo en consideración que los residuos orgánicos abarcan el 50% de los residuos aprovechables, los inorgánicos que son el 13% de los aprovechables pueden ser mejor utilizados con mayor producción de abono orgánico que es técnicamente posible que está demostrado en la planta piloto.

Disposición final

El destino final es simplemente un botadero a cielo abierto que está ubicado en un lugar denominado Rumillana, a cinco kilómetros de la ciudad, tiene como coordenadas UTM WGS 84 Este: 361814 Norte 8821411 y asentada encima del desmonte de material minero de propiedad de una empresa minera sin ningún tipo de control.

Discusión

En la presente discusión, se aborda la problemática de la generación de residuos sólidos como consecuencia de la modernización y la cultura de usar y tirar, contrastando esta realidad con los datos obtenidos a través del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM) (24), el cual permite determinar la generación de residuos sólidos per cápita (GPC). Este indicador, como señala el INAM (Instituto Nacional del Ambiente), facilita la comparación entre diferentes estudios y la estimación de la generación total de residuos en función de la cantidad de habitantes, así como la densidad necesaria para dimensionar los sistemas de almacenamiento, transporte y disposición final.

El incremento y la densidad poblacional influyen en la provisión de servicios, lo cual coincide con lo expuesto por García (25), quien destaca la evolución de la conciencia ambiental y los conflictos culturales asociados a la crisis ecológica en paralelo a la capacidad de comprender las relaciones entre sociedad y naturaleza.

Lo que tiene que ver con el aprovechamiento y valorización de residuos, los hallazgos revelan que la Municipalidad Provincial de Pasco cuenta con una planta piloto para la valorización de residuos sólidos, donde se produce compost como parte de la valoración biológica aeróbica, con una producción mensual de 1 500 kg. No obstante, más del 50% de los residuos generados terminan

siendo llevados a disposición final a cielo abierto. El abono orgánico producido se utiliza para fertilizar los jardines de los espacios públicos de la ciudad. En este sentido, el aprovechamiento se enfoca en extraer los recursos contenidos en los residuos, resultados que coinciden con lo expuesto por Tello et al., (26), mientras que la valorización implica que los residuos puedan ser aprovechados e intercambiados en el mercado, generando valor económico para el poseedor.

En cuanto a la disposición final, los hallazgos revelan que esta se realiza en un botadero a cielo abierto denominado Rumillana. Esta práctica contrasta con lo afirmado por Alenza (27), quien señala que la disposición final consiste en la eliminación total o parcial de los residuos intentando no poner en riesgo el ambiente o la salud humana, lo cual debe realizarse en un relleno sanitario con diseño de ingeniería y celdas de seguridad para residuos especiales.

Por otro lado, la gestión y manejo de los residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios y especiales en Perú están bajo responsabilidad de los gobiernos locales y/o las empresas autorizadas por los municipios. En la ciudad de Cerro de Pasco las municipalidades asumen toda la responsabilidad; pero el desempeño del trabajo municipal está todavía lejos de tener características de manejo integral tal como la estable las normas peruanas.

En América Latina y el Caribe, se observa que el sistema de manejo de residuos sólidos

se encuentra aún en estado incipiente para ser considerado como integral y sustentable (28). Hoy se tiene una concepción amplia de lo que es el manejo integral de los residuos sólidos, parte de la adopción de medidas que permitan reducir su generación, lo cual requiere cambiar hábitos de producción y consumo (13). En este sentido, los resultados muestran que, en Cerro de Pasco no hay práctica de la ciudadanía de clasificar y minimizar los residuos sólidos en el ámbito de la generación. No obstante, hay intención para establecer estas actividades para los nuevos planes municipales de gestión y manejo de los residuos sólidos.

En el contexto de América Latina y el Caribe, la separación de residuos desde el origen se encuentra en estado de inicio; aunque algunos países han regulado a través de leyes la implementación del sistema orientado a los generadores de residuos, en la práctica no ha sido aplicado, ya sea por falta de disposición de los usuarios o los generadores, o por deficientes políticas y estrategias de implementación por parte de los prestadores del servicio de aseo urbano; también, por la inexistencia de conciencia ecológica de ambas partes. En el Perú y Pasco, la no clasificación en la fuente se puede atribuir también a la reciente legislación con vigencia de hace 4 años, norma que está en proceso de aplicación. Lo que coincide con los resultados de Sáenz y Urdaneta (29) quienes afirman que, para lograr mejoras en el manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe, se

requiere voluntad por parte de los gobernantes, fuertes inversiones y educación continua de la ciudadanía en el tema del aprovechamiento de los residuos.

De manera similar, se debe decir también, que la generación de residuos sólidos municipales en Cerro de Pasco es de 65.11 t/día, los residuos domiciliarios generados son de 0.470 kg/hab./día, valores similares encontrados en el estudio de caracterización de San Román, en el 2015 generó 0.536 Kg/hab/día (30). En Chimbote, la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios fue de 0.425 kg/hab./día, donde los orgánicos representan el 69,03 (25) y los de América Latina y el Caribe, estimó que la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios llega a 0.41 kg/hab./día, para ciudades no grandes (31).

Adicionalmente, en Cerro de Pasco la poca valorización de residuos sólidos se realiza con la práctica del compostaje para generar abono orgánico, pero en cantidades pequeñas de 1.5 t/mes. La valorización, energética o biológica con procesos anaeróbicos no son realizadas, sea directamente por los municipios o a través de terceros. Hay pequeñas cantidades de residuos llamados recuperados (reciclaje y reutilización) que es de menos de 15 t/mes. En una realidad urbana, los residuos más allá de ser meramente basura, cada vez más se vuelven importantes reservas de materiales utilizados no sólo mediante el reciclaje de los flujos inmediatos de salida

de materiales; sino, a partir de la disposición y concentrado de sustancias para hacerlas técnica y económicamente viables en el futuro próximo (32).

En América Latina y el Caribe ha prevalecido el manejo de los residuos bajo el esquema de recolección y disposición final dejando rezagados el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos, así como la disposición final sanitaria y ambientalmente adecuada (33). El proceso energético muy utilizado es la incineración, la cual es un método de reducción química del volumen de los residuos, la tendencia en países desarrollados es la de utilizar la incineración con recuperación de energía en forma de calor (34).

Se han encontrado las ventajas de aprovechar los residuos orgánicos al implementar los biohuertos en los domicilios familiares en Huancavelica-Perú (19, 35). Se tiene propuestas de valorizaciones de residuos sólidos para la ciudad de Juliaca, en Perú que son técnicamente viable, económicamente beneficio y ambientalmente conveniente (32).

CONCLUSIONES

En primer lugar, este estudio ha puesto de manifiesto la grave situación de contaminación ambiental que enfrenta la ciudad de Cerro de Pasco, resultado directo de las actividades mineras y del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales.

Además, la cantidad generada por día es 66 toneladas métricas de una población estimada de 56 473 habitantes. Las cantidades promedio generadas de residuos domiciliarios es de 0.470 kilogramos por persona cada día. Estos resultados confirman que, la gestión y el manejo de estos residuos están lejos de ser integrales y sostenibles, evidenciando la necesidad urgente de mejorar las prácticas actuales.

Por otro lado, la población de Cerro de Pasco percibe claramente cómo los residuos sólidos municipales contribuyen a la contaminación ambiental de la ciudad, se han identificados las dificultades en cada una de las etapas del manejo de estos residuos y que constituyen los elementos de juicio para ayudar a las autoridades municipales a mejorar la gestión y manejo de estos residuos, porque contribuirá a la mejora tanto para la planificación técnica y operativa del manejo de estos residuos cuanto para la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza pública.

Finalmente, es necesario considerar la implementación de prácticas sostenibles para el manejo de residuos sólidos y reducir la contaminación ambiental en Cerro de Pasco. De esta forma, no solo protegerá la salud pública y el medio ambiente, sino que también contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta histórica ciudad minera. Considerar la adopción de medidas correctivas y preventivas es imperativo

para revertir los efectos de la contaminación y posibilitar la construcción de un futuro más saludable y sostenible para Cerro de Pasco.

CONFLICTO DE INTERESES. Se declara que se ha cumplido con los requisitos éticos y legales pertinentes, durante el estudio y en la producción del manuscrito. No hay conflictos de intereses de ningún tipo. todas las fuentes financieras han sido asumidas por el equipo investigador. y que se está totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Source International. Cerro de Pasco: Entre violaciones a derechos humanos y la ausencia de justicia ambiental. 2024. <https://www.source-international.org/news/cerro-de-pasco-entre-violaciones-a-derechos-humanos-y-la-ausencia-de-justicia-ambiental>
2. Organización de las Naciones Unidas [ONU]. Perú: Comunidades de Cerro de Pasco llevan década Business & Human Rights Resource Centre. 2022. <https://www.business-humanrights.org/es/%C3%BAltimas-noticias/per%C3%BA-comunidades-de-cerro-de-pasco-llevan-d%C3%A9cadas-viviendo-con-la-contaminaci%C3%B3n-de-la-producci%C3%B3n-minera/>
3. Mongabay. Perú: comunidades envenenadas por la minería en Cerro de Pasco. 2024, January 11. <https://es.mongabay.com/2024/01/peru-comunidades-envenenadas-por-mineria-cerro-de-pasco/>
4. EarthRights International. Cerro de Pasco: Entre violaciones a derechos humanos y la ausencia de justicia ambiental. 2024, June 21. http://earthrights.org/media_release/cerro-de-pasco-entre-violaciones-a-derechos-humanos-y-la-ausencia-de-justicia-ambienta/
5. Organización Mundial de la Salud [OMS]. (s.f.). Residuos sólidos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/solid-waste>
6. Organización Panamericana de la Salud OPS. Residuos sólidos OPS, OMS. S.f. <https://www.paho.org/es/temas/residuos-solidos>
7. Virgili A. La peste negra, la epidemia más mortífera. 2012. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/peste-negra-epidemia-que-hizo-temblar-europa_6280
8. Banco Mundial. Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. 2018. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
9. OPS, OMS. Manejo de desechos sólidos. 2013. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.paho.org/sites/default/files/2019-12/Nota-tecnica-sobre-agua-saneamiento-higiene-12.pdf>
10. Naciones Unidas. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil. 1992. <https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992>
11. Rondón E, Szató M, Pacheco J, Contreras E, Gálvez A. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Manuales de la CEPAL. Santiago: Naciones Unidas; 2016. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>
12. Kaza S, Yao L, Bhada-Tata P, Woerden F Van. WHAT A WASTE 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington; 2018: 1–34. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/system/files/generated/document/en/211329ov.pdf>
13. Moyano S. Buenas prácticas de gestión de gases de efecto invernadero de R.S.U. en la provincia de Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba; 2016. <https://n9.cl/pd1whw>
14. Delgado G. Residuos sólidos municipales, minería urbana y cambio climático. El Cotid. 2016;(195):75–84. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/325/32543454009.pdf>

- 15.** Montes C. Estudio de los residuos en Colombia. Primera. Colombia: Universidad Externado de Colombia; 2018. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/34996da5-2eab-4fc3-ad8b-2eb67a322507/content>
- 16.** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La gestión y manejo de residuos sólidos y sus propuestas regulatorias e impositivas. Naciones Unidas. Santiago; 2017. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45252/1/S1700148_es.pdf
- 17.** Contreras C. Indios y blancos en la ciudad minera: Cerro de Pasco en el siglo XIX. In: Kingman Garcés E, editor. Ciudad de los Andes, Visión histórica y contemporánea. Primera. Ecuador; 1992: 175–222. <file:///C:/Users/HITLSER/Downloads/LFLACSO-Kingman-COMP-5714-PUBCOM.pdf>
- 18.** MINSA. Monitoreo de calidad de Aire en Cerro de Pasco. Cerro de Pasco: MINSA; 2008: 1–13. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/pral2/mpca-informes/Pasco NOV 2008.pdf>
- 19.** SOURCE. Assessment of human exposure to heavy metals pollution Cerro de Pasco. Sour. 2022. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://n9.cl/md3kby>
- 19.** SOURCE. Assessment of human exposure to heavy metals pollution Cerro de Pasco. Sour. 2022. <https://n9.cl/w2kg5>
- 20.** Ministerio de Salud. Decreto Supremo que declara en Emergencia Sanitaria por el plazo de noventa (90) días calendario en doce (12) distritos de las provincias de Pasco y Daniel Alcides Carrión del departamento de Pasco. Diario Oficial El Peruano, 14441 Lima: El Peruano; 2018: 31–3. <https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/VisorPDF>
- 21.** Ministerio de Salud. Decreto Supremo que prorroga la emergencia sanitaria aprobado por Decreto Supremo N° 005-2018-SA. Diario Oficial El Peruano, 14542 Lima: El; 2018: 1–2. <https://n9.cl/c6e6to>
- 22.** Poder Ejecutivo. Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. 1278 Lima: El Peruano; 2016: 607472–88. <https://diariooficial.elperuano.pe/normas>
- 23.** Ministerio del Ambiente. Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El Peruano, 014 Lima: El Peruano; 2020: 18–49. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-de-urgencia-que-establece-medidas-excepcionales-y-te-decreto-de-urgencia-n-090-2020-1874820-3>
- 24.** MINAM. Guía para la Caracterización de residuos sólidos Municipales. Lima - Perú: Ministerio del Ambiente; 2019. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Guía_para_la_caracterización_rsm-29012020__1_.pdf?v=1581976231
- 25.** García E. Medio ambiente y sociedad. La civilización industrial y los límites del planeta. Madrid: Alianza Editorial; 2004. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=293076>
- 26.** Tello P, Martínez E, Diego D, Soulier M, Terraza H. Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe 2010. 2010. [file:///C:/Users/HITLSER/Downloads/Informe-de-la-evaluación-regional-del-manejo-de-residuos-sólidos-urbanos-en-América-Latina-y-el-Caribe-2010\(1\).pdf](file:///C:/Users/HITLSER/Downloads/Informe-de-la-evaluación-regional-del-manejo-de-residuos-sólidos-urbanos-en-América-Latina-y-el-Caribe-2010(1).pdf)
- 27.** Alenza J. El sistema de la gestión de residuos sólidos urbanos en el derecho español [Internet]. Madrid: Boletín Oficial del Estado (BOE); 1977. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=116127>
- 28.** Betancor Rodríguez A. Instituciones de Derecho Ambiental. Madrid: LA LEY-ACTUALIDAD, S.A.; 2001: 142–181 <file:///C:/Users/HITLSER/Downloads/Betancor.PDF.pdf>
- 29.** Sáez A, Urdaneta A. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*. 2014;20(3):121–35. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>

- 30.** Organización Panamericana de la Salud. Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington; 2005.
- 31.** Municipalidad Provincial de San Román. Estudio de caracterización de residuos sólidos del Distrito de Juliaca. Puno, Perú. 2015. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2799095/RESOLUCION%20DE%20ALCALD%20C3%8DA%20N%C2%B0%20318%20-2019.pdf>
- 32.** Huamaní Montesinos C, Tudela Mamani JW, Huamaní Peralta A. PROBLEMA AMBIENTAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULIACA-PUNO-PERÚ. Rev Investig Altoandinas - J HighAndeanRes.2020Jan23;22(1):106–15. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v22n1/2313-2957-ria-22-01-106.pdf](http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v22n1/2313-2957-ria-22-01-106.pdf)
- 33.** Baccini P, Brunner PH. Metabolism of the Anthroposphere: Analysis, evaluation, design. 2nd ed. The MIT Press; 2012. <https://direct.mit.edu/books/monograph/2185/Metabolism-of-the-AnthroposphereAnalysis>
- 34.** Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - AIDIS, Internacional de Investigaciones para el Desarrollo - IDRC. Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. São Paulo; 2005. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/57fa7d3f-8f30-4896-a3bd-f74ef48c8525/content](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/57fa7d3f-8f30-4896-a3bd-f74ef48c8525/content)
- 35.** Jaramillo J. Gestión integral de residuos sólidos municipales-GIRSM. In: Seminario Internacional: Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos Siglo XXI. Medellín; 1999. <https://es.scribd.com/document/318348634/GESTION-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-MUNICIPALES-pdf>

ACERCA DE LOS AUTORES

Leonidas Félix Villaorduña Caldas. Doctor en Economía, Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Docente en varias universidades de Perú y profesor visitante en la Universidad de Burgos de España. En la UNDAC; Vicerrector de Investigación y docente investigador con registro RENACYT. Líneas de investigación microeconomía y economía ambiental con producción de libros y artículos científicos en revistas indizadas, Perú.

Hiltser Juan Castillo Paredes. Bachiller en Ciencias Biológicas. Maestro en Ciencias-Gestión Ambiental. Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Docente, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Vicepresidente Académico, Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Participación en eventos nacionales. Línea de investigación en medio ambiente. Investigador RENACYT, Perú.

Hans Nicolás Huamán López. Maestro en Educación, mención: Investigación y Tecnología Educativa, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Docente universitario. Línea de Investigación en Medicina tradicional, ciencia del cuidado e interculturalidad, Perú.

Jhan Carlos Jimenez Inza. Ingeniero Ambiental Colegiado. Maestría en Gestión del Sistema Ambiental, con experiencia laboral en la elaboración y evaluación de estudios ambientales, gestión integral de residuos sólidos y en seguridad y salud, Perú.