

Estrategia de manejo ambiental para controlar riesgos ambientales y sanitarios de residuos peligrosos de un Hospital de categoría II-1, provincia de Bagua

Environmental management strategy to control environmental and sanitary risks of hazardous waste in a category II-1 hospital in the province of Bagua

Cruz-Hoyos, Segundo Alipio¹; Piñarreta-Neira, Wendi Violeta^{1*}; Vergara-Medrano, Segundo Edilberto¹; Herrera-Díaz, Santos Clemente²

¹Universidad Nacional de Jaén, Jaén, Perú

²Universidad Nacional Autónoma de Huanta, Huanta, Perú

Recibido: 05/11/2024 | Aceptado: 09/12/2024 | Publicado: 16/12/2024

Correspondencia*: wendivioletaneira13@gmail.com

RESUMEN

Este estudio se centra en desarrollar una estrategia de manejo ambiental para mitigar los riesgos ambientales y sanitarios de los residuos peligrosos en el Hospital de Apoyo II-1 de la provincia de Bagua. Los objetivos incluyen realizar un diagnóstico inicial del manejo de estos residuos, evaluar los riesgos asociados y caracterizar los factores clave para proponer una estrategia efectiva. La metodología incluyó la caracterización de residuos peligrosos generados durante una semana, utilizando la estadística descriptiva para analizar datos de volumen y peso diarios. El personal del hospital participó a través de cuestionarios y listas de chequeo según la normativa NTS N° 144-2018-DISA-DIGESA. Los resultados mostraron deficiencias significativas en el manejo de residuos sólidos, exponiendo al personal y al entorno a riesgos considerables. Entre los hallazgos más relevantes se identificaron la insuficiente capacitación del personal y las deficiencias en la infraestructura destinada al almacenamiento y transporte de residuos peligrosos. Con base en estos resultados, se diseñó una estrategia de manejo ambiental enfocada en mejorar el control de los residuos biocontaminados y químicos, empleando protocolos de seguridad y medidas de mitigación. Este trabajo concluye que la implementación de una estrategia ambiental efectiva es crucial para reducir los impactos negativos en la salud y el medio ambiente, protegiendo así al personal hospitalario y a la comunidad.

Palabras clave: Capacitación; gestión hospitalaria; impacto ambiental; infraestructura sanitaria; protocolos de seguridad

ABSTRACT

This study focuses on developing an environmental management strategy to mitigate the environmental and health risks of hazardous waste at Support Hospital II-1 in the province of Bagua. The objectives include performing an initial diagnosis of the management of this waste, assessing the associated risks, and characterizing the key factors to propose an effective strategy. The methodology included the characterization of hazardous waste generated during a week, using descriptive statistics to analyze daily volume and weight data. Hospital staff participated through questionnaires and checklists according to NTS No. 144-2018-DISA-DIGESA regulations. The results showed significant deficiencies in solid waste management, exposing staff and the environment to considerable risks. Among the most relevant findings, insufficient staff training and deficiencies in the infrastructure for the storage and transportation of hazardous waste were identified. Based on these results, an environmental management strategy was designed focused on improving the control of biocontaminated and chemical waste, using safety protocols and mitigation measures. This work concludes that the implementation of an effective environmental strategy is crucial to reduce the negative impacts on health and the environment, thus protecting hospital staff and the community.

Keywords: Training; hospital management; environmental impact; health infrastructure; safety protocols

Cómo citar este artículo: Cruz-Hoyos, S. A., Piñarreta-Neira, W. V., Vergara-Medrano, S. E. & Herrera-Díaz, S. C. (2024). Estrategia de manejo ambiental para controlar riesgos ambientales y sanitarios de residuos peligrosos de un Hospital de categoría II-1, provincia de Bagua. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 5(2), 58-73. <https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v5i2.288>

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el manejo adecuado de residuos peligrosos se ha convertido en un desafío crucial para los centros de salud, con un impacto directo en la protección ambiental y la reducción de riesgos sanitarios (Behnam et al., 2020). Los residuos hospitalarios, en especial aquellos de carácter biológico, pueden tener efectos nocivos debido a su naturaleza infecciosa, siendo los objetos punzocortantes y contaminados con fluidos corporales especialmente riesgosos (Datta et al., 2018). Sin embargo, gran parte de estos desechos no representan un peligro inmediato si son gestionados mediante prácticas ambientales adecuadas y normativas rigurosas.

Actualmente, se generan aproximadamente 1470 millones de toneladas de residuos anuales en el mundo, de los cuales 5,9 millones corresponden a actividades hospitalarias (Kenny & Priyadarshini, 2021). La pandemia de COVID-19 incrementó notablemente esta cifra, con un aumento del 25% en la producción de desechos médicos en ciudades chinas durante 2020 (Ma et al., 2022). En países como Irán y Grecia, la falta de preparación y normativas adecuadas ha exacerbado los riesgos asociados al manejo de estos residuos (Aminizadeh et al., 2022).

En el contexto peruano, la ciudad de Bagua alberga al Hospital de Apoyo “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLLB), un centro de salud que enfrenta importantes desafíos en la gestión de sus residuos hospitalarios. Estos desechos, especialmente peligrosos en tiempos de pandemia, ponen en riesgo tanto al personal sanitario como a la comunidad circundante debido a la exposición a contaminantes ambientales y biológicos. Este estudio tiene como propósito abordar la problemática del manejo inadecuado de residuos peligrosos en el Hospital II-1 “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLLB) de la ciudad de Bagua, mediante el desarrollo de estrategias de manejo ambiental que optimizan el control de los riesgos ambientales y sanitarios asociados, con el objetivo de proteger la salud de las personas y preservar el entorno del hospital.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de Investigación

Este estudio es una investigación aplicada de nivel descriptivo, orientada a abordar un contexto específico mediante la aplicación de teorías y hallazgos derivados de investigaciones previas, tanto teóricas como empíricas, con el fin de generar soluciones prácticas (Junco Díaz et al., 2015). La investigación tiene un enfoque transeccional y propositivo, dado que la recolección de datos se realiza en un solo punto en el tiempo, con el objetivo de desarrollar una estrategia de manejo ambiental que optimice el control de los riesgos ambientales y sanitarios de los residuos peligrosos en el Hospital II-1 “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLJB).

Asimismo, el estudio sigue un enfoque mixto, combinando técnicas de recolección y análisis de datos tanto cualitativos como cuantitativos provenientes de fuentes secundarias (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). El diseño es no experimental, ya que no implica manipulación de variables, sino que se centra en la observación y análisis de la gestión de residuos sólidos peligrosos en su entorno natural, lo que permite una interpretación detallada y precisa de los procesos tal como se desarrollan en el hospital (Ñaupas et al., 2018).

2.2. Método de investigación

Se adoptó un enfoque de investigación mixta, ya que se recopilaban y analizaban datos, lo que implicó el registro de valores y/o magnitudes cuantitativas durante el desarrollo del proyecto. Para llevar a cabo esta investigación, se solicitó la autorización del director(a) General del Hospital II-1 “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLLB) en la ciudad de Bagua. Además, se coordinó con el jefe de

Recursos Humanos para obtener el consentimiento para realizar encuestas y aplicar los instrumentos de investigación a los directivos y empleados que desempeñaban funciones en las diversas unidades del hospital, lo que permitió realizar visitas a las áreas específicas del centro de salud.

2.3. Diseño de Contrastación

El diseño de la investigación es no experimental y transeccional (transversal), dado que se analizó la situación del manejo de residuos sólidos peligrosos hospitalarios en un momento específico, sin intervenir directamente en las condiciones o variables. Además, se considera no experimental porque no hubo manipulación de las variables estudiadas, centrándose en la observación de los eventos tal como ocurren en su entorno habitual, para luego ser analizados. En este contexto, se investigó y evaluó el estado de la gestión de desechos sólidos peligrosos hospitalarios (Ñaupas et al., 2018).

2.4. Población, Muestra y Muestreo

Población

La población de estudio estuvo formada por los residuos sólidos hospitalarios generados durante la primera semana de febrero de 2023, de lunes a domingo, en el Hospital II-1 “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLLB) de la ciudad de Bagua. Esta elección se debió a que febrero es un mes de verano y el inicio de un nuevo año presupuestal, además de ser el período correspondiente para el análisis. También se incluyó a los trabajadores de salud de las diversas unidades del hospital, tales como Dirección, salud y asistencia, administrativo, limpieza, responsables del área ambiental y de gestión de residuos sólidos hospitalarios, quienes fueron considerados como las unidades de información.

Muestra

La muestra estuvo compuesta por los residuos peligrosos hospitalarios generados de lunes a domingo durante la primera semana de febrero de 2022. Esta muestra representó una fracción de la generación diaria de residuos peligrosos del Hospital II-1 “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLLB) de la ciudad de Bagua, previa segregación de dichos residuos. Los residuos fueron caracterizados mediante el cálculo promedio de su generación diaria en términos de peso y volumen. Además, la muestra para la toma de encuestas se determinó utilizando una fórmula con una probabilidad de error del 5%:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Muestreo

En el presente estudio se empleó un muestreo no probabilístico, el cual se utiliza cuando no es posible seleccionar los elementos de manera aleatoria. Para la caracterización de los residuos peligrosos, se aplicó la fórmula establecida conforme a la NTS N° 144-2018/MINSA/DIGESA.

Tabla 1. Cálculo diario de generación de residuos sólidos por volumen

Clase de residuo	Promedio día (Volumen/Litros)
BIOCONTAMINADOS = B	(B1+ B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + B7) /7
COMUNES = C*	(C1+ C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7) /7
ESPECIALES = E	(E1+ E2 + E3 + E4 + E5 + E6 + E7) /7

-
- El cálculo de residuos sólidos por volumen está referido a la capacidad del recipiente con la cantidad generada en el día y se hace según el Anexo 2: Ficha 01 de caracterización de residuos sólidos por volumen por, área/servicio/unidad.
 - El cálculo de residuos sólidos por peso se hará según el Anexo 2: Ficha 02 de caracterización de residuos sólidos por peso por área/servicio/unidad.

*Este tipo de residuos no se consideran para el análisis estadístico por no estar considerados como peligrosos.

Nota. Tomado de la NTS N° 144-2018/MINSA/DIGESA, citado en (Ministerio de Salud, 2018).

2.5. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas utilizadas para la recopilación de datos incluyen la observación directa, en la cual la información se obtiene a través de la vista, sin interactuar directamente con los sujetos involucrados (Baena Paz, 2014), y se requiere el uso de una ficha de observación como instrumento. Además, se empleará la técnica de encuesta, que facilita la recolección de datos valiosos mediante preguntas verbales o formuladas a las personas que constituyen la unidad de análisis y que forman parte de la investigación (Osorio & Rojas, 2019).

Instrumentos de recolección de datos ficha técnica

Se utilizó con el propósito de desarrollar una propuesta de estrategias y acciones para el manejo ambiental, basándose en las deficiencias identificadas en el diagnóstico inicial sobre la gestión y manipulación de los desechos sólidos. Este proceso se sustentó en la operacionalización y auditoría bibliográfica y narrativa, con el fin de identificar enfoques que contribuyan a mejorar el control de los riesgos ambientales y sanitarios derivados de los residuos peligrosos hospitalarios.

Cuestionario

Se diseñó un cuestionario donde los ítems tenían relación con los indicadores desarrollados para la variable de control de riesgos ambiental y sanitario de desperdicios peligrosos hospitalarios. Se les aplicó el cuestionario a personal directivo, profesional, técnico, de salud, administrativos y de servicios quienes debieron valorar y responder los ítems consultados en forma consiente y sincera, considerando que sirvió para obtener un resultado óptimo en el estudio de la investigación emprendida y que beneficiará a la institución, el tiempo de duración del cuestionario era de 15 minutos. Se halló la validez y confiabilidad del instrumento mediante una prueba piloto destinada a trabajadores de diferentes áreas del hospital que no sean parte de la muestra.

Ficha de observación o listas de chequeo y verificación según NTS 144-MINSA.

La elaboración y aplicación de este instrumento tuvo como propósito la caracterización de los desechos hospitalarios peligrosos que conduzcan un adecuado diagnóstico basal. El cual consistió en observar los lugares específicos de instalación de contenedores de residuos propios de la investigación en todo el proceso de manejo con la finalidad de identificar si las disposiciones de dichos contenedores eran adecuadas o no. La observación lo realizó el investigador. Asimismo, se verificó el cumplimiento de la norma técnica con relación a codificación, colores, etiquetado, tamaño de contenedores, etc. Posteriormente se observó si el proceso de almacenamiento de contenedores en cada Unidad es el adecuado. Seguidamente recojo, traslado y disposición final.

Ficha de caracterización de residuos hospitalarios

Se ha considerado la ficha de caracterización de desperdicios hospitalarios de la NTS 144/MINSA, con la finalidad de realizar un diagnóstico basal de los mismos e identificar el estado situacional de la gestión y manipulación de los desechos hospitalarios generados en la institución. Dicho instrumento se les aplicará específicamente a los trabajadores de la unidad de salud ambiental y del área de residuos sólidos del HGLLB.

2.6. Procesamiento y análisis de datos

Para el análisis, se agrupó la información obtenida, específicamente sobre los residuos peligrosos, a partir de los datos recolectados durante el trabajo de campo (diagnóstico basal) en la institución donde se aplicará el estudio. Los datos fueron procesados utilizando estadística descriptiva, lo cual facilitó el cálculo de las medidas de tendencia central para cada una de las variables analizadas, presentándolas en tablas y gráficos. Se elaboraron algunas hipótesis básicas, como la mejora del control de residuos peligrosos en la propuesta estratégica de manejo ambiental para controlar los riesgos ambientales y sanitarios de los residuos peligrosos hospitalarios del HGLLB, basadas en las características de la gestión ambiental. Para este análisis, se utilizó el software estadístico SPSS, versión 27.

El análisis de la prueba de normalidad se realizó de manera individual para cada variable o dimensión, determinando si la variable seguía una distribución normal. Esto se verificó observando si el histograma de la variable se aproximaba a una distribución gaussiana. Además, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de la muestra, considerando una muestra de más de 50 observaciones en el programa SPSS.

3. RESULTADOS

El diagnóstico inicial del manejo de residuos peligrosos en el Hospital de Apoyo II-1 de la provincia de Bagua se llevó a cabo considerando la caracterización de los residuos sólidos según su tipo (biocontaminados, especiales y comunes) y el análisis de las cantidades generadas, expresadas en masa (kg/día) y volumen (L/día), durante el periodo de muestreo.

En este contexto, se determinó que la cantidad total de residuos sólidos generales generados en el Hospital de Apoyo "Gustavo Lanatta Lujan" durante los siete días de muestreo fue de 717.39 kg, con una producción promedio diaria de 102.48 kg/día. Esto equivale a un volumen total de 11,805.00 L, con una producción promedio diaria de 1686.43 L/día, tal como se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 2. Cantidad (kg/día) de residuos sólidos generales producidos en el Hospital por día

DIA	FECHA	BIOCONTAMINADOS		ESPECIALES		COMUNES		TOTAL, GENERADO POR DÍA (Kg)
		CLASE	PESO(Kg)	CLASE	PESO(Kg)	CLASE	PESO(Kg)	
1	23/1/2023	A	46.60	B	1.40	C	47.24	95.24
2	24/1/2023	A	77.61	B	4.00	C	60.36	141.97
3	25/1/2023	A	78.20	B	1.62	C	108.86	188.68
4	26/1/2023	A	9.78	B	2.74	C	16.38	28.90
5	27/1/2023	A	57.92	B	7.60	C	49.54	115.06
6	28/1/2023	A	27.46	B	0.00	C	25.04	52.50
7	29/1/2023	A	53.72	B	0.00	C	41.32	95.04

TOTAL	351.29	17.36	348.74	717.39
--------------	--------	-------	--------	--------

Tabla 3. Volumen (L/día) de residuos sólidos generales producidos en el Hospital por día

DIA	FECHA	BIOCONTAMINADOS		ESPECIALES		COMUNES		TOTAL, GENERADO POR DÍA
		CLASE	VOL(L)	CLASE	VOL(L)	CLASE	VOL(L)	VOL(L)
1	23/1/2023	A	615.00	B	8.00	C	989.00	1612.00
2	24/1/2023	A	861.50	B	16.00	C	1460.00	2337.50
3	25/1/2023	A	997.50	B	10.00	C	1536.00	2543.50
4	26/1/2023	A	220.00	B	13.00	C	330.00	563.00
5	27/1/2023	A	807.00	B	50.00	C	1070.00	1927.00
6	28/1/2023	A	326.00	B	0.00	C	755.00	1081.00
7	29/1/2023	A	699.00	B	0.00	C	1042.00	1741.00
TOTAL, EN 7 DÍAS POR CLASE DE RS			4526.00		97.00		7182.00	11805.00

En consecuencia, durante los siete días de muestreo, la mayor generación promedio de residuos sólidos generales correspondió a los residuos biocontaminados, con 50.18 kg/día, lo que equivale a 646.57 L/día. En segundo lugar, los residuos comunes alcanzaron un promedio de 49.82 kg/día, equivalente a 1,026.00 L/día, mientras que los residuos especiales representaron 2.48 kg/día, lo que corresponde a 13.86 L/día. Los datos relacionados con la producción de residuos sólidos generales se presentan detalladamente en las siguientes figuras:

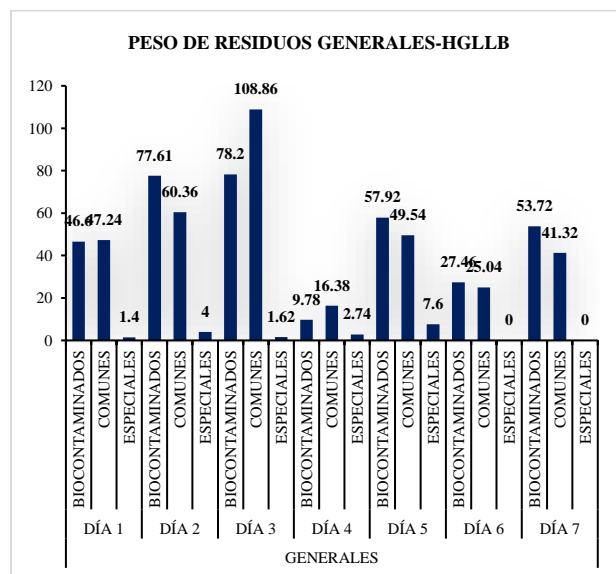


Figura 1. Cantidad (kg/día) de residuos sólidos generales producidos en el Hospital por día

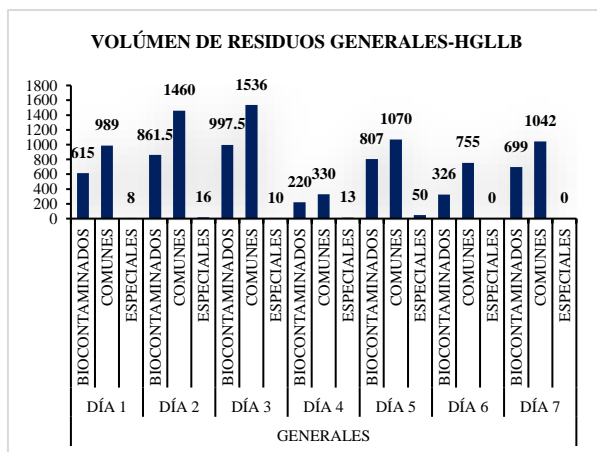


Figura 2. Volumen (L/día) de residuos sólidos generales producidos en el Hospital por día

No obstante, la cantidad total de residuos sólidos hospitalarios generados en el Hospital de Apoyo "Gustavo Lanatta Luján" durante los siete días de muestreo fue de 369.47 kg, con una producción promedio diaria de 52.78 kg/día, lo que equivale a un volumen total de 5,003.00 L, con una producción promedio diaria de 714.71 L/día, tal como se detalla en las siguientes tablas:

Tabla 4. Cantidad (kg/día) de residuos sólidos hospitalarios producidos en el Hospital por día

DIA	FECHA	BIOCONTAMINADOS		ESPECIALES		COMUNES		TOTAL GENERADO POR DÍA (Kg)
		CLASE	PESO(Kg)	CLASE	PESO(Kg)	CLASE	PESO(Kg)	
1	23/1/2023	A	23.82	B	0.00	C	29.12	52.94
2	24/1/2023	A	41.35	B	4.00	C	37.76	83.11
3	25/1/2023	A	13.56	B	0.00	C	49.78	63.34
4	26/1/2023	A	24.94	B	3.44	C	21.12	49.50
5	27/1/2023	A	25.60	B	0.00	C	21.36	46.96
6	28/1/2023	A	18.82	B	0.88	C	15.58	35.28
7	29/1/2023	A	19.20	B	0.00	C	19.14	38.34
TOTAL			167.29		8.32		193.86	369.47

Tabla 5. Volumen (L/día) de residuos sólidos hospitalarios producidos en el Hospital por día

DIA	FECHA	BIOCONTAMINADOS		ESPECIALES		COMUNES		TOTAL, GENERADO POR DÍA VOL(L)
		CLASE	VOL(L)	CLASE	VOL(L)	CLASE	VOL(L)	
1	23/1/2023	A	306.00	B	0.00	C	479.00	785.00
2	24/1/2023	A	470.00	B	16.00	C	760.00	1246.00
3	25/1/2023	A	147.50	B	0.00	C	239.00	386.50
4	26/1/2023	A	240.00	B	35.00	C	290.00	565.00
5	27/1/2023	A	320.50	B	0.00	C	488.00	808.50
6	28/1/2023	A	244.00	B	10.00	C	340.00	594.00

DIA	FECHA	BIOCONTAMINADOS		ESPECIALES		COMUNES		TOTAL, GENERADO POR DÍA
		CLASE	VOL(L)	CLASE	VOL(L)	CLASE	VOL(L)	VOL(L)
7	29/1/2023	A	282.00	B	0.00	C	336.00	618.00
TOTAL EN 7 DÍAS POR CLASE DE RS				2010.00		61.00	2932.00	5003.00

Por lo tanto, la mayor producción promedio de residuos sólidos hospitalarios durante los siete días de muestreo correspondió a los residuos biocontaminados, con 23.89 kg/día, equivalentes a 287.14 L/día. En segundo lugar, los residuos comunes representaron 27.69 kg/día, lo que equivale a 418.86 L/día, mientras que los residuos especiales alcanzaron 1.19 kg/día, lo que equivale a 8.71 L/día. Los datos sobre la producción de residuos sólidos hospitalarios se detallan en las siguientes figuras:

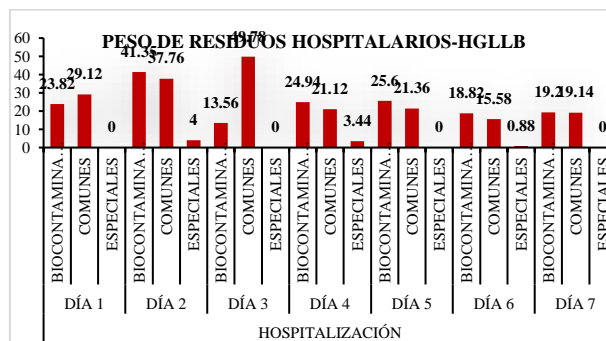


Figura 3. Cantidad (kg/día) de residuos sólidos generales producidos en el Hospital por día

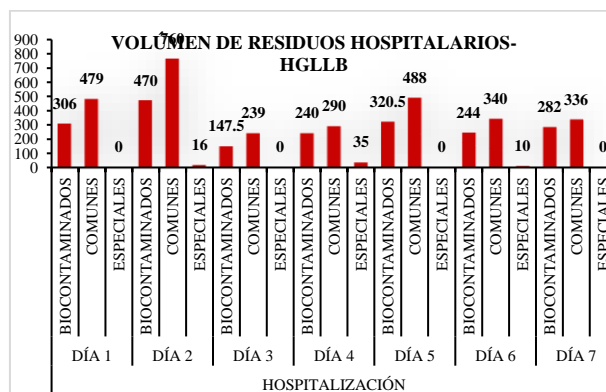


Figura 4. Volumen (L/día) de residuos sólidos hospitalarios producidos en el Hospital por día

Además, el índice de generación encontrado es de 3.72 Kg/cama/día como se observa en la Tabla 6:

Tabla 6. Índice de Generación (kg/cama/día) de residuos sólidos producidos en el Hospital

Fecha	Número de camas	Ocupación %	Generación (Kg/día)	Índice parcial (Kg/cama/día)	Índice final (Kg/cama/día)
23/1/2023	12	0.85	36.69	3.59	
24/1/2023	12	0.85	54.27	5.32	3.72
25/1/2023	12	0.85	62.60	6.14	

26/1/2023	12	0.85	18.06	1.77
27/1/2023	12	0.85	38.61	3.79
28/1/2023	12	0.85	21.73	2.13
29/1/2023	12	0.85	33.35	3.27

En la evaluación de los riesgos ambientales y sanitarios asociados a los residuos hospitalarios peligrosos del Hospital II-1 “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLJB), ubicado en la ciudad de Bagua, se observó que el centro de salud no contaba con un control adecuado en la clasificación y pesaje de los residuos. Además, se constató que el personal no estaba debidamente capacitado para las tareas que desempeñaba, ni disponía de los materiales y equipo necesario. Estos factores reflejan deficiencias en el manejo de los residuos sólidos en dicho hospital. Según la evaluación de la Norma Técnica de Salud N° 144-MINSA-2018, la calificación final para el Hospital de Apoyo “Gustavo Lanatta Lujan” fue muy deficiente (Tabla 7).

Tabla 7. Calificación General del Manejo de Residuos Sólidos en el Hospital

SERVICIOS	CALIFICACIÓN PARA CADA ETAPA							CALIFICACIÓN			
	AC	SE	AI	TI	AF	TR	RE	S	A	D	MD
Emergencia	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Hospitalización	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Sala de operaciones	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Sala de partos	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Obstetricia	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Odontología	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Farmacia	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Laboratorio	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Radiología	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Medicina física	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Módulo niño	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X
Consultorios externos	MD	MD	MD	MD	MD	MD	MD				X

AC: Acondicionamiento	AF: Almacenamiento final	MD: Muy deficiente
SE: Segregación	TR: Tratamiento de residuos	D: Deficiente
AI: Almacenamiento interno	RE: Recolección externa	A: Aceptable
TI: Transporte interno		S: Satisfactorio

La evaluación revela que el hospital enfrenta serios problemas en el manejo de los residuos sólidos en todos sus servicios. Esto indica que no se están cumpliendo las normativas mínimas en ninguno de los procesos clave para el manejo seguro y adecuado de los residuos hospitalarios.

- Acondicionamiento: Los residuos no se están preparando correctamente, posiblemente sin los recipientes o etiquetas adecuadas.

- Segregación: Los residuos no se clasifican correctamente, lo que incrementa el riesgo de exposición a materiales peligrosos tanto para el personal como para los pacientes.
- Almacenamiento interno y final: Las áreas destinadas para almacenar los residuos, tanto temporal como permanentemente, no cumplen con los requisitos normativos, lo que puede ocasionar contaminación o accidentes.
- Transporte interno: Los residuos no se transportan de manera segura dentro del hospital, aumentando el riesgo de derrames o accidentes.
- Tratamiento de residuos: El tratamiento de los residuos peligrosos, como los infecciosos, no se realiza adecuadamente, debido a la falta de incineración u otros métodos alternativos apropiados.
- Recolección externa: Existen fallas en la gestión con las empresas externas encargadas de la disposición final de los residuos, lo que agrava el problema.

El hospital presenta una gestión extremadamente deficiente de los residuos sólidos en todos sus servicios, lo que constituye un alto riesgo para la salud pública y el medio ambiente, ya que no se siguen los procedimientos básicos de acondicionamiento, segregación, almacenamiento, transporte, tratamiento y recolección de residuos peligrosos y no peligrosos. Es urgente que el hospital implemente medidas correctivas para cumplir con las normativas de manejo de residuos, como la capacitación del personal, la mejora de la infraestructura para el almacenamiento y transporte, y la implementación de un sistema adecuado de tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.

En la Tabla 8 se presenta la matriz de impacto ambiental con la calificación de los impactos de los componentes ambientales evaluados. Según los resultados obtenidos en la matriz de significancia, se determinó que el nivel de impacto de los residuos sólidos hospitalarios se encuentra en un nivel medio.

La matriz de impacto ambiental para el manejo de residuos sólidos muestra cómo las actividades relacionadas con los residuos infecciosos pueden afectar diversos componentes del medio ambiente. Aquí se detallan los efectos de acciones como la clasificación inadecuada de desechos infecciosos en varios sistemas y subsistemas ambientales. En conjunto, el manejo inadecuado de los residuos sólidos genera impactos adversos significativos en la calidad del aire, el suelo y el agua, así como en la salud y seguridad de los trabajadores. Este análisis resalta la importancia de controlar los impactos negativos y mejorar los procesos para mitigar los riesgos en el manejo de residuos sólidos, especialmente en relación con la calidad del aire, el suelo y la biodiversidad.

La matriz muestra cómo los diferentes tipos de residuos afectan tanto el entorno natural como las condiciones socioeconómicas y culturales de la zona. Cada día de evaluación refleja diferentes niveles de impacto, y se utilizan criterios claros para determinar la magnitud y significancia de estos impactos, con el fin de proponer estrategias efectivas para el manejo ambiental. Esta tabla es esencial para garantizar que el manejo de residuos peligrosos se realice de forma controlada, minimizando los riesgos ambientales y sanitarios asociados al hospital

Tabla 8. Matriz de significancia de la evaluación de impacto ambiental del manejo de residuos sólidos en el hospital

MATRIZ DE DETERMINACIÓN DE IMPACTO	DEMANDA AMBIENTAL	PROYECTO; ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL PARA CONTROLAR RIESGOS AMBIENTALES Y SANITARIOS DE RESIDUOS PELIGROSOS DE UN HOSPITAL DE CATEGORÍA II-I, PROVINCIA DE BAGUA			Vulnerabilidad de factores ambientales
		CLASE 1: BIOCONTAMINADOS	CLASE 2: ESPECIALES	CLASE 3: COMUNES	

AMBIENTAL 294 INTERACCIONES INCIDENCIAS	DI A 1							DI A 2							DI A 3							NEGATIVOS	POSITIVOS	TOTAL		
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7					
OFERTA AMBIENTAL	46.60	77.61	78.20	9.78	87.90	27.50	53.70	14.00	4.00	1.62	2.74	7.60	0.00	0.00	47.20	60-4	10.90	16.36	49.54	25.90	41.30					
FACTORES AMBIENTALES	FACTORES ABIOTICOS	TIERRA	CALIDAD DE SUELO	M	M	A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		
		AGUA	SUPERFICIAL	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
		AIRE	CALIDAD	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
	FACTORES BIOTICOS	FLORA	MICROFLORA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A	
		FLORA	MICROFAUNA	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A
	FACTORES SOCIO ECONÓMICOS Y CULTURALES	USO DE	ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
		NIVEL CULTURAL	BIOSEGURIDAD	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
			SALUD Y SEGURIDAD	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
			CULTURA AMBIENTAL	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
			ALIMENTACIÓN	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	CONTAMINACIÓN AMBIENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		

Las tecnologías de tratamiento son necesarias para elaborar una propuesta de estrategia de manejo ambiental que mitigue los riesgos ambientales y sanitarios derivados de los residuos peligrosos del Hospital II-1 “Gustavo Lanatta Lujan” (HGLJB) de la ciudad de Bagua, se llevó a cabo un diagnóstico. Como resultado de este análisis, diagnóstico se obtuvo como resultado que el hospital debe adoptar una tecnología de tratamiento, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 9. Tecnología de tratamiento de residuos sólidos en el hospital

TIPO DE RESIDUOS A TRATAR	TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO
	Incineración
Biopatogénicos	Esterilización en autoclave
	Aplicación de radioondas
Químicos	Incineración
	Hidrólisis alcalina

	Oxidación catalítica con reactivos
	Clasificar en latas, botellas, vidrios, plásticos, cartones y otros
	Reducción mecánica del volumen mediante compactación
	Reducción mecánica del tamaño por molido
Comunes	Combustión
	Gasificación
	Compostaje

4. DISCUSIÓN

Para el diagnóstico basal del manejo de residuos peligrosos del Hospital de Apoyo II-1 de la provincia de Bagua, se realizó considerando no solo la clasificación de los residuos sólidos en biocontaminados, especiales o comunes, sino también mediante un análisis que utilizó dos unidades de medida: masa (kg) y volumen (L), siguiendo la normativa vigente. El objetivo fue desarrollar una propuesta estratégica de manejo ambiental para controlar los riesgos ambientales y sanitarios de los residuos peligrosos hospitalarios. Según el MINSA (2018), la caracterización de los residuos sólidos implica procedimientos para determinar su composición en establecimientos de salud, servicios médicos de apoyo y centros de investigación, basándose en su clase, tipo, peso y volumen, permitiendo así adoptar las medidas correctivas más adecuadas. Bustamante (2019) señala que los residuos sólidos peligrosos representan riesgos para la salud, no solo de los trabajadores de los centros de atención, sino también de la población en general, ya que un manejo inadecuado por parte de cualquiera de los involucrados incrementa los peligros en etapas posteriores de la cadena de gestión. Por ello, es fundamental adquirir conocimientos sobre su manejo adecuado y comprender los riesgos asociados.

En cuanto a la caracterización de los residuos sólidos hospitalarios desarrollada durante una semana el cual consistió en la aplicando fichas de evaluación según se indica en la NTS N.º 096-MINSA/DIGESA; se determinó un índice de generación de residuos hospitalarios de 3.72 kg por cama al día, con un total de 369.47 kg (equivalente a 5,003.00 L), y una producción promedio diaria de 52.78 kg (714.71 L). De este total, 27.69 kg/día (418.86 L) correspondían a residuos comunes, 23.89 kg/día (287.14 L) a residuos biocontaminados y 1.19 kg/día (8.71 L) a residuos especiales. Estos resultados difieren de los obtenidos por Salazar (2016), quien registró un índice de generación de 2.56 kg por cama al día en un periodo de siete días, destacando una mayor producción de residuos biocontaminados con un promedio de 22.02 kg/día, seguidos de residuos comunes con 17.52 kg/día y residuos especiales con 1.26 kg/día. Por otro lado, Quijano Anacleto (2017) coincidió en que los residuos biocontaminados constituyen la mayor proporción en las fuentes de generación, seguidos por los residuos comunes, representando un 70.27% y un 29.30%, respectivamente, en dichas fuentes.

Pero, en la valoración de los riesgos ambientales y sanitarios de residuos hospitalarios peligrosos del Hospital II-1 "Gustavo Lanatta Lujan" (HGLJB), de la ciudad de Bagua, se constató que el centro de salud carecía de un control adecuado en la clasificación y pesaje de los residuos, además de que el personal no estaba capacitado para realizar estas actividades y no disponía de los materiales ni la indumentaria necesarios. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Santiesteban Salazar (2016), quien reportó un manejo muy deficiente de los residuos sólidos, aunque el nivel de conocimiento sobre medidas de bioseguridad para su manejo oscilaba entre regular y excelente. De igual forma, Quijano Anacleto (2017) evaluó el manejo de residuos sólidos en el Hospital Apoyo I "Santiago Apóstol"-Utcubamba, identificando deficiencias en todas las etapas: segregación,

almacenamiento primario, transporte interno, almacenamiento final, tratamiento y recolección externa, otorgando una calificación general de muy deficiente. No obstante, al evaluar el conocimiento del personal asistencial y de limpieza sobre las normas de bioseguridad, los resultados indicaron niveles de conocimiento entre bueno y regular. Por su parte, Ramos Oviedo (2019) corroboró estas deficiencias, señalando que el 36.7% del personal encuestado presentaba un conocimiento insuficiente sobre el manejo de residuos hospitalarios, mientras que el 63.3% tenía un conocimiento aceptable. Asimismo, Pastor Ramirez (2022) destacó que los trabajadores del Hospital Regional de Ica expresaron opiniones mayoritariamente negativas sobre las capacitaciones y la gestión de residuos. Además, identificó fallos significativos en las etapas de acondicionamiento, segregación, almacenamiento, recolección y transporte interno, señalando que estas prácticas no se realizaban de manera adecuada en la realidad.

Finalmente, para la identificación y caracterización de los factores (acciones) necesarios para diseñar una propuesta de estrategia de manejo ambiental a fin de mitigar los riesgos ambientales y sanitarios de los residuos peligrosos del Hospital II-1 "Gustavo Lanatta Lujan" (HGLJB), de la ciudad de Bagua, se desarrolló una propuesta estratégica de manejo ambiental para controlar los riesgos ambientales y sanitarios de los residuos peligrosos hospitalarios, y se debe implementar una tecnología de tratamiento, según la tabla 9. Según la OMS, citado en Junco Díaz et al. (2015), afirma que, en la actualidad, existen diversos sistemas disponibles para el tratamiento de desechos generados por instituciones de atención en salud. Sin embargo, la selección de la tecnología adecuada depende de factores como las características del desecho, las capacidades técnicas de la tecnología, los requerimientos de seguridad, los impactos ambientales y el costo. Entre los métodos más comunes destaca la incineración, aunque Junco Díaz et al. (2015) advierte que el uso inadecuado de este procedimiento puede generar graves problemas, como una combustión incompleta o la quema de materiales no aptos, lo que ocasiona emisiones contaminantes a la atmósfera y la generación de cenizas residuales. No obstante, también existen tecnologías que permiten realizar una incineración controlada con menores emisiones. Por esta razón, Ramos Oviedo (2019) considera que el tratamiento de residuos sólidos biocontaminados puede ser una alternativa viable antes de su disposición final, siempre que no represente un riesgo para la salud pública o el medio ambiente

CONCLUSIONES

Se desarrolló una propuesta estratégica de manejo ambiental para controlar eficazmente los riesgos ambientales y sanitarios derivados de los residuos peligrosos generados en el Hospital II-1 "Gustavo Lanatta Lujan" (HGLJB), de la ciudad de Bagua. Esta propuesta está alineada con las normativas vigentes y considera tecnologías específicas de tratamiento y gestión que garantizan un impacto ambiental y sanitario mínimo.

El diagnóstico basal realizado identificó deficiencias significativas en el manejo de residuos peligrosos del Hospital II-1 "Gustavo Lanatta Lujan" (HGLJB), como la falta de capacitación del personal, ausencia de equipos de protección adecuados y una gestión inadecuada en las etapas de clasificación, pesaje y almacenamiento de los residuos generados.

Se valoraron los riesgos ambientales y sanitarios asociados a los residuos peligrosos del hospital, determinando que los residuos biocontaminados y especiales representan un alto riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud pública debido a una segregación deficiente, falta de control en su manejo y tratamiento, y ausencia de procesos estandarizados en la disposición final.

Se identificaron y caracterizaron los factores necesarios para diseñar una estrategia de manejo ambiental, incluyendo la implementación de tecnologías de tratamiento específicas (incineración,

esterilización en autoclave y compostaje), el fortalecimiento de capacidades del personal a través de capacitaciones en bioseguridad, y la incorporación de normativas internas que aseguren una gestión adecuada de los residuos peligrosos en todas las etapas de su manejo

FINANCIAMIENTO

Los autores no recibieron ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, software, redacción - borrador original, redacción - revisión y edición: Cruz-Hoyos, S. A., Piñarreta-Neira, W. V., Vergara-Medrano, S. E. & Herrera-Díaz, S. C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aminizadeh, M., Farrokhi, M., Ebadi, A., Masoumi, G., Kolivand, P., & Khankeh, H. (2022). Hospital Preparedness Challenges in Biological Disasters: A Qualitative Study. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 16(3), 956–960. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.434>
- Baena Paz, G. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Serie integral por competencias (Libro Online)* (Issue 2017). <http://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>
- Behnam, B., Oishi, S. N., Uddin, S. M. N., Rafa, N., Nasiruddin, S. M., Mollah, A. M., & Hongzhi, M. (2020). Inadequacies in Hospital Waste and Sewerage Management in Chattogram, Bangladesh: Exploring Environmental and Occupational Health Hazards. *Sustainability*, 12(21), 9077. <https://doi.org/10.3390/su12219077>
- Bustamante, C. (2019). *Clasificación de Recolectores de Residuos Peligrosos Biológico-Infeciosos — Ivoor Industries*. <https://www.ivoorindustries.com/blogs/caracteristicas/clasificacion-de-recolectores-de-residuos-peligrosos-biologico-infecciosos-rpbi>
- Datta, P., Mohi, G., & Chander, J. (2018). Biomedical waste management in India: Critical appraisal. *Journal of Laboratory Physicians*, 10(01), 006–014. https://doi.org/10.4103/JLP.JLP_89_17
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In *Mc Graw Hill Education* (Vol. 10, Issue 18). <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Junco Díaz, R. de los Á., Suárez Pita, M. T., Prieto Díaz, V. I., & Weng Alemán, Z. (2015). Caracterización de los desechos sólidos en instituciones de salud como etapa básica para el plan de manejo. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 53(1), 0–0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032015000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Kenny, C., & Priyadarshini, A. (2021). Review of Current Healthcare Waste Management Methods and Their Effect on Global Health. *Healthcare*, 9(3), 284. <https://doi.org/10.3390/healthcare9030284>
- Ma, Y., Jia, L., Hou, Y., & Wu, X. (2022). The Impact of Economic Growth and Tiered Medical Policy on the Medical Waste Generation: An Empirical Analysis Based on the Environmental Kuznets Curve Model. *Frontiers in Environmental Science*, 10.

<https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.824435>

- Ministerio de Salud. (2018). Norma Técnica de Salud N°144-MINSA. Gestión Integral y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud, Servicios Médicos de Apoyo y Centros de Investigación. *Ministerio de Salud*, 1–88.
https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/01/970188/rm_1295-2018-minsa.pdf
- MINSA. (2018). Norma técnica de salud: "Gestión integral y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud, servicios médicos de apoyo y centros de investigación. In *Diario oficial* (Issue 90, p. 124).
http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/Residuos_Solidos_Hospitalarios_Normativa_COVID-19.asp#:~:text=NTS N° 144-MINSA,Covid-19 en el Perú.
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Osorio, B., & Rojas, X. (2019). Criterios de Calidad y Rigor en la Metodología Cualitativa. *Gaceta de Pedagogía*, 36(November), 62–74. <https://www.researchgate.net/publication/337428163>
- Pastor Ramirez, N. (2022). *Caracterización y manejo de los desechos hospitalarios del Hospital Regional de Ica*. <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3595>
- Quijano Anacleto, M. S. (2017). Diagnóstico del manejo de residuos sólidos hospitalarios generados en el Hospital Apoyo I "Santiago Apóstol" Utcubamba - 2016. In *Universidad nacional pedro ruiz gallo*. <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1743/BC-TES-TMP-594.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos Oviedo, A. R. (2019). *Nivel de conocimiento y manejo de residuos sólidos hospitalarios en profesionales de enfermería del hospital Quillabamba, La Convención, Cusco 2017*. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2950>
- Santiesteban Salazar, N. C. (2016). Evaluación del manejo de los residuos sólidos en el Hospital I El Buen Samaritano de Bagua Grande – Amazonas, 2014. *Revista de Investigación y Cultura*.