

## **Residuos sólidos y aguas residuales de los centros de salud (I-4) de la ciudad Cusco**

### **Solid waste and wastewater from the health centers (I-4) of Cusco city**

Recibido: 26 de Abril del 2023 | Aceptado: 14 de Julio del 2023

Karina Cardeña Unda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Departamento académico de Farmacia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco-Perú*

ORCID: [0000-0001-5666-8454](https://orcid.org/0000-0001-5666-8454)

Correo electrónico: [karina.cardena@unsaac.edu.pe](mailto:karina.cardena@unsaac.edu.pe)

#### **Resumen**

El objetivo de la investigación fue evaluar los residuos sólidos y aguas residuales generados en los centros de salud de primer nivel de atención (I-4) en la ciudad de Cusco, desde su generación hasta su disposición final, determinando las características de los residuos sólidos, identificación de los puntos críticos en cada etapa de su manejo y la evaluación de las aguas residuales. Las técnicas utilizadas fueron la observación directa y entrevistas para evidenciar las prácticas del personal responsable del manejo de residuos y la observación laboratorial para el análisis de aguas residuales, según normativa vigente. El estudio se realizó en todos los servicios del Centro de Salud de Belenpampa, C.S de San Jerónimo y sus efluentes. El C.S de Belenpampa generó 30,33 Kg/día de residuos entre: biocontaminados (65,29 %), comunes (33,23 %) y especiales (1,48 %) y el C.S de San Jerónimo produjo 24,98 kg/día clasificados en Biocontaminados (51,27 %), comunes (43,4 %) y especiales (5,33 %), los puntos críticos en C.S de Belenpampa fueron el acondicionamiento, segregación y almacenamiento final y en el C.S de San Jerónimo el acondicionamiento y segregación. Los parámetros de las aguas residuales que superaron los límites permitidos son: las grasas y aceites, coliformes totales y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Concluyendo que el manejo de residuos sólidos en sus diferentes etapas es inadecuado, existiendo puntos de manejo muy deficientes y algunos parámetros de aguas residuales sobrepasan los Límites Máximos Permitidos (LMP) por tanto, las aguas residuales presentan una baja biodegradabilidad.

*Palabras clave: Aguas residuales, biodegradabilidad, residuos peligrosos, residuos sólidos, segregación*

## **Abstract**

The objective of the research was to evaluate the solid waste and wastewater, from its generation to its final disposal, generated in the first level Health Centers (I-4) in Cusco city. We determine the characteristics of solid waste, the critical points in each stage of waste management and we evaluate the wastewater. The techniques used were the direct observation and interviews, to demonstrate the practices of the staff in charge of the waste management; also, we used laboratory observation to evaluate the wastewater, according valid regulations. The studied was carried out in all the services of the Belenpampa and San Geronimo Health Centers (HC), and its effluents. The Belenpampa HC generated 30,33 kg/day of waste, including biocontaminated (65,29%), common (33,23%) and special (1,48%). San Geronimo HC produced 24.98 kg/day, including biocontaminated (51,27%), common (43.4%) and special (5,33%). The critical points in Belenpampa were the conditioning, segregation and final storage, whereas, and in San Geronimo were the conditioning and segregation. The wastewater parameters that exceeded the allowed limits were fats and oils, Total coliforms, and Chemistry Oxygen Demand (COD). We concluded that, the management of solid waste in its different stages is inadequate, there are very poor management points and some wastewater parameters do not meet the Maximum Permitted Limits (MPL), therefore, wastewater has a low biodegradability.

*Keywords: Biodegradability, hazardous, segregation, wastewater, solid waste*

## **Introducción**

Los residuos sanitarios son materiales o productos de tipo sólido, líquido o gaseoso generados en los centros de salud (C.S), incluyen a los residuos biológicos peligrosos, productos químicos, residuos farmacéuticos, residuos patológicos y sustancias radioactivas (OMS, 1999). Se estima que, de la totalidad de residuos generados por las actividades derivadas de las atenciones en salud, el 85% aproximadamente corresponden a los desechos comunes no peligrosos y el 15% sobrante se valora como peligrosos (biocontaminado y especial) por tener naturaleza infecciosa, tóxica o radioactiva (OMS 2017).

Las conductas y métodos de eliminación inapropiadas en la manipulación de los residuos sanitarios, incrementan los riesgos para la salud humana y la contaminación del medio ambiente, por sus características infecciosas (Hossain et al. 2011; Neveu & Matus 2007), el cual se ha convertido en una preocupación ambiental para muchos países en desarrollo (Ramos-Alvarino 2013). El aumento de enfermedades infecciosas en el mundo, también aumenta la producción de desechos peligrosos. (Lafferty & Mordecai 2019). Actualmente se genera aproximadamente 1,47 toneladas de desechos municipales en el mundo,

el mismo que va en aumento cada año (Zama 2016), de los cuales 5,9 millones provienen de los centros hospitalarios (Voudrias 2018).

La mayoría de los hospitales vierten sus aguas residuales a las cuencas sin previamente realizar un tratamiento (Aguilar 2018). Los residuos químicos, farmacéuticos, metales pesados, desinfectantes, etc. vertidos en el sistema de alcantarillado, pueden ocasionar problemas en los sistemas de tratamiento biológico tradicionales de aguas residuales o efectos tóxicos sobre los ecosistemas naturales de las aguas receptoras (World Health Organisation et al. 2014). Estas aguas en gran parte presentan una baja biodegradabilidad, por ello requieren para su tratamiento métodos fisicoquímicos, en vista que los métodos tradicionales (biológicos) no son efectivos para remover las sustancias recalcitrantes presentes, mientras que las aguas con biodegradabilidad alta están en menor proporción y su tratamiento es de tipo biológico (Aguilar 2018; Ramos-Alvariño 2013). Determinar la capacidad de biodegradarse es de mucha utilidad para determinar el método de tratamiento de aguas residuales (Rodier et al. 2010).

Según (Ashouri & Sadhezari 2016) indican que estos desechos tienen un impacto considerable en las propiedades químicas de las aguas superficiales, como en la acidez, la conductividad, los sólidos disueltos y el oxígeno biológico y químico. El consumo de aguas con elevado contenido de DBO5 también representa peligro a la salud (MINSa, 2010).

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA (2014), reporta que falta una buena administración y manejo de los desechos sólidos municipales en el Perú, según el Ministerio del Ambiente (2014) de 548 establecimientos de salud, reportaron la generación de 12,755 toneladas de residuos biocontaminados. De acuerdo al Plan Operativo Institucional del 2012, del Gobierno Regional del Cusco (2012), refiere que entre los problemas que afronta esta Región es la polución del medio ambiente por sustancias nocivas y/o persistentes, así como la inadecuada disposición de residuos sólidos, además que la ciudad de Cusco aún no cuenta con un relleno sanitario autorizado.

El objetivo del presente estudio, fue evaluar el manejo de los residuos sólidos y líquidos de los establecimientos del primer nivel (I-4), determinar la cantidad, características y los puntos críticos en el manejo de los residuos sólidos, así como determinar si los indicadores de aguas residuales se encuentran dentro los valores permisibles, según la Norma Técnica de Salud: NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA “Gestión Integral y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud, Servicios Médicos de Apoyo y Centros de Investigación.”

## **Material y Métodos**

El trabajo tuvo un diseño de tipo descriptivo, transversal y según su intervención es observacional puesto que, se realizó observaciones en un momento específico en el tiempo y la medición de las variables se reportó de forma

descriptiva. El estudio no fue revisado y aprobado por algún Comité de Ética.

### ***Ámbito y Población de Estudio***

El estudio se realizó en los Establecimientos de Salud de Primer Nivel de atenciones, categorizado como C.S con Internamiento I-4, ubicado en el ámbito de la ciudad del Cusco. Los Establecimientos de Salud seleccionados fueron: el C.S de Belenpampa perteneciente a la Red Cusco Norte, su jurisdicción abarca al distrito de Santiago y parte del distrito de Cusco, se ubica a 3427 m.s.n.m. y el C.S de San Jerónimo que pertenece a la Red de Servicios de Salud Cusco Sur, abarca los distritos de San Jerónimo y San Sebastián, la población, fue conformada por todos los residuos sólidos y aguas residuales de ambos Centros de Salud.

### ***Procedimiento***

**Cantidad de Residuos Sanitarios y Caracterización.** Se trabajó con un total de 33 servicios, 16 pertenecientes al C.S de Belenpampa y 17 al C.S de San Jerónimo, la cantidad se determinó pesando la cantidad de residuos sólidos (kg/día) generados en cada área/unidad/servicio de los establecimientos, durante 7 días, entre los meses de noviembre a febrero del 2020, utilizando una balanza digital portátil genérico, a su vez fueron categorizados en 3 tipos de residuos (Común A, Biocontaminado B y especial C) y colocados en bolsas de color (rojo, amarillo y negra) según el tipo de residuo y en base a la Norma Técnica de Salud. Los horarios determinados para la recolección y la clasificación fueron a las 10.00 a.m, 13:00 hrs y 17:00 hrs. Las variables analizadas correspondieron a la cantidad de residuos generados y sus características, según establece la normativa. El análisis y procesamiento de datos se efectuó en base al programa Excel y programa estadístico R STUDIO y fueron expresados en porcentajes, media, límite superior, inferior y varianza anova.

**Identificación de los Puntos Críticos.** El estudio se realizó en los 33 servicios y áreas generadoras de residuos sólidos, identificados en los C.S estudiados, durante 4 meses (noviembre 2019 a febrero-2020). Para el recojo de datos se usó la técnica de la observación directa, monumental y la entrevista realizada a las autoridades, trabajadores vinculados con el manejo de los residuos sólidos, se verificó su implementación, evaluando la situación del cumplimiento o no, en las diferentes etapas establecidas (acondicionamiento, segregación y almacenamiento primario, almacenamiento intermedio, transporte o recolección interna, almacenamiento final, tratamiento y recolección externa) según la lista de cotejo de la Norma Técnica de Salud que consta de 34 ítems de valoración: **si cumple** (puntaje de 1) y **no cumple** (puntaje de 0), por cada etapa se califica con criterios de valoración: Muy deficiente, Deficiente o Aceptable, valoración que permitió determinar los puntos más críticos. El procesamiento de datos se llevó a cabo con el programa Excel y estadístico R STUDIO, se determinó la frecuencia, porcentaje y valoración de cumplimiento en cada etapa.

**Análisis de Aguas Residuales.** Primero se determinó los puntos de descarga de aguas residuales de los dos C.S. La toma de muestra se realizó en 4 oportunidades en los meses de (Noviembre 2019 a Febrero del 2020). en horarios de mayor afluencia de pacientes y actividad en los establecimientos de salud, en envases limpios de

polietileno, la muestra recolectada fue aproximadamente de 2 lit, se tomó la temperatura con un termómetro de mercurio, las muestras fueron analizadas en los laboratorios de control de calidad de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco UNSAAC y laboratorio Luis Pasteur. Los resultados obtenidos fueron contrastados con los con los Límites Máximos Permitidos (LMP) establecidos en la normativa del D.S. 003 – 2010 – MINAM. Las variables determinadas fueron los siguientes parámetros ambientales: aceites y grasas, coliformes totales, DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno), sólidos suspendidos, pH, temperatura y el tipo de biodegradabilidad. El análisis y procesamiento de datos se llevó a cabo mediante técnicas estadísticas, como la, distribución de frecuencia, porcentajes, análisis de la varianza (anova), en base al programa Excel y programa estadístico R STUDIO.

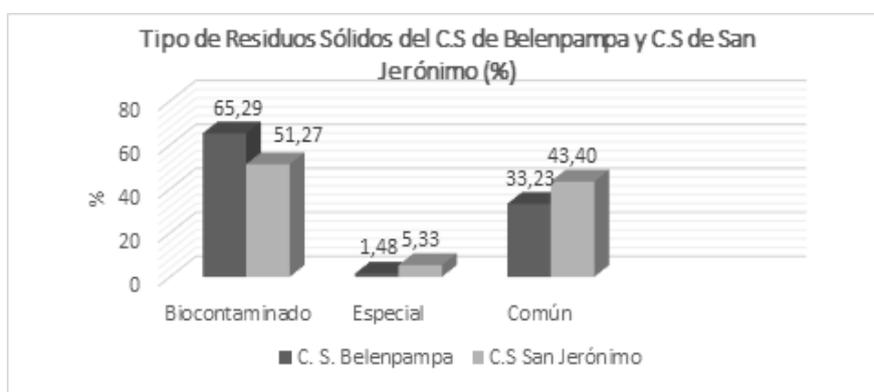
## Resultados

### *Cantidad de la Producción de Residuos Sólidos en los C.S de Belenpampa y San Jerónimo*

El C.S Belenpampa, tiene 16 áreas que generan 30,99 kg/día de residuos sólidos. Correspondiendo al servicio que presenta la mayor producción de residuos, sala de partos con 41,16 % con una producción media por día de 12,80 kg. El C.S de San Jerónimo, tuvo una producción 24,98 kg/día, identificando 17 áreas formadoras de residuos sólidos, generando la mayor cantidad de residuos sala de partos con el 20,20 %, con una media de 5,07kg/día. En ambos establecimientos los residuos peligrosos (biocontaminados y especiales), representan la mayor proporción, 66,77 % (65,29+1,48) % para el C.S Belenpampa y 56,6 % (51,27+5,33) % para C.S San Jerónimo, frente a los residuos no peligrosos (comunes) 33,23 % (C.S Belenpampa) y 43,4 % (C.S San Jerónimo) como se observa en la figura 1.

### Figura 1

*Porcentaje por tipo de residuos generados en los servicios del C.S. de Belenpampa y San Jerónimo.*



*Nota:* La clasificación de los residuos, es según la Norma Técnica de Salud: NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA.

### ***Identificación de los Puntos Críticos de Riesgo de Contaminación, en el Manejo de Residuos Sólidos***

El (53,3 %) de los servicios en el C.S Belenpampa en el acondicionamiento, están en rango aceptable, el servicio de laboratorio tiene un cumplimiento **Muy deficiente**, es **CRITICO** ya que, no ha implementado recipientes para los residuos especiales generados (sustancias químicas) y el recipiente de punzocortantes es insuficiente. Referente a la segregación, el (13,3%) son considerados **CRITICOS**, como el servicio de laboratorio y niño sano, donde no segregan los residuos especiales los residuos punzocortantes y biocontaminados (Tabla 1).

El C.S San Jerónimo mostró un mejor acondicionamiento, (82,4 %) con cumplimiento aceptable. El área **crítica** corresponde a los servicios higiénicos de los pacientes, es **Muy deficiente**, a causa de que, no implementó el depósito de residuos biocontaminados (Tabla 1). Los servicios higiénicos muestran un manejo **Muy deficiente** en la segregación de residuos sólidos, no tiene tachos para residuos biocontaminados y el servicio de sala de partos, no segregan los residuos anatómo- patológicos y fluidos orgánicos. En la etapa de almacenamiento central el C.S de Belenpampa presenta un manejo **CRITICO**, por ser calificado como muy deficiente, sólo cumple un ítem de lo exigido en la norma, (Tabla 1). Por su parte el C. S de San Jerónimo tiene una calificación de **Deficiente**, debido a que, el almacén no cumple con las exigencias de la norma. En la etapa de recolección y transporte externo y disposición final de residuos sólidos, ambos establecimientos califican como Deficiente (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Evaluación de las etapas del manejo de residuos sólidos.*

Etapas evaluadas	C.S Belenpampa				C.S San Jerónimo			
	MD	D	A	puntaje promedio	MD	D	A	puntaje promedio
Acondicionamiento	6,7 %	40,0 %	53,3 %	3,2	5,9 %	11,7 %	82,4 %	3,9
Segregación	13,9 %	26,7 %	60,0 %	3,3	5,9 %	11,7 %	82,4 %	3,7
Recolección y transporte interno		X		3		X		3
Almacenamiento Central	X			1			X	4
Tratamiento			X	3			X	3
Recolección y transporte externo y disposición final de residuos sólidos		X		2		X		2

*Nota:* Las categorías de evaluación, se desarrollaron en base Norma Técnica de Salud: NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA: muy Deficiente (MD) Deficiente (D) Aceptable (A)

### ***Análisis de las Aguas Residuales***

Se reportaron valores de parámetros de aguas residuales fuera de los Límites Máximo Permitidos (LMP) entre ellos, los aceites y grasas, con una media de 14,8 para el C.S Belenpampa y 13,43 para el C.S San Jerónimo), ambos fuera de los LMP (20mg/ml); coliformes totales rebasan los valores permitidos en los dos establecimientos y DQO en los dos establecimientos están por encima de los LMP (200mg/ml), el C.S San Jerónimo presenta los valores más altos (Tabla 2). De acuerdo al análisis anova, los valores de los parámetros de aguas residuales presentan estimaciones similares entre ambos establecimientos, con excepción del valor del DQO que presenta diferencias significativas p-valor (0,00503874) en los dos establecimientos.

**Tabla 2**

#### *Evaluación de las aguas residuales de los Centros de salud*

Parámetro	C.S de Belenpampa		C.S San Jerónimo		P-valor	Unidad	LMP
	media	intervalo confianza	media	intervalo confianza			
Aceites y grasas	14,83	[0; 33,1285]	134,339	[0,441084; 27,3089]	<b>0,897871</b>	mg/ml	20mg/ml
Coliformes totales	81,575	[74,9778; 88,1722]	2.00E+13	[0; 5,9396E8]	0,359283	NPM/100ml	10000NPM/100/ml
DBO5	40,175	[0; 87,10]	55,425	[41,7674; 69,0826]	0,359035	mg/ml	100mg/ml
DQO	514,695 mg/ml	[443,959; 585,431]	1207,62 mg/ml	[700,856; 1714,37]	0,00503874	mg/ml	200mg/ml
S. suspendidos	34,415	[0; 75,0788]	57,075	[32,297; 81,853]	0,180691	mg/ml	150mg/ml
pH	8,1575	[7,49778; 8,81722]	7,58	[6,6423; 8,5177]	<b>0,160056</b>		6.5 a 8.5
Temperatura	13,25	[11,2478; 15,2522]	13,0	[10,7497; 15,2503]	0,800514	°C	<37 °C

*Nota:* Los parámetros ambientales evaluados, son los consignados en D.S N.º 003-2010-MINAM

Todas las muestras de las aguas residuales de los dos establecimientos de salud, presentan valores inferiores a 0,2 respecto a la relación DBO/DQO (Tabla 3), entonces se considera de baja biodegradabilidad (Castro 2021). Del análisis de varianza se concluye que ambos establecimientos son similares p-valor (0,363174) y en todas las muestras tomadas presentan una baja biodegradabilidad (Tabla 3).

**Tabla 3***Tipo de biodegradabilidad según la relación DBO /DQO*

C.S. Belenpampa	Relación DB05/DQO						tipo de biodegradabilidad
	Media	intervalo de confianza	C.S. San Jerónimo	Media	intervalo de confianza	p-valor	
0.14			0.05				baja
0.10	0,075	[0; 0,162638]	0.04	0,0475	[0,03227; 0,06274]	0,363174	baja
0.02			0.04				baja
0.04			0.06				baja

*Nota.* El nivel de biodegradabilidad, se evaluó según la relación:  $DBO /DQO < 0.2$  (baja biodegradabilidad) y  $DBO/DQO > 0,2$  (alta biodegradabilidad)

### Discusión

Del estudio de varianza se infiere que existe diferencias en la producción total de residuos sólidos por servicio en el C.S de San Jerónimo ( $p= 0,0000 < 0,05$ ). Al comparar los resultados, estos datos son inferiores a los encontrados por (Chambi y Larico, 2019), con valores que van desde 257,30 kg/día hasta 16,75 Kg/día y según (Meo, *et al.* 2014) las tasas medias de producción de residuos por día estuvieron en los rangos de 28 a 234 kg/día y su correspondencia con la cantidad de camas fluctuó de 0,02 a 0,2/kg cama/día. Estos comportamientos responden a la cantidad de pacientes que atienden, número de servicios, al nivel de complejidad y categoría del establecimiento de salud. Respecto a los resultados explicados por la OMS para América Latina el promedio que se estimó es de 3Kg/cama/día, estos valores no podemos contrastar con lo obtenido en nuestro trabajo, debido a que, sólo sala de partos y emergencias cuentan con sala de hospitalización y tienen 8 camas para el C.S de Belenpampa y 6 para el C.S de San Jerónimo.

La producción de residuos peligrosos (especiales y biocontaminados) en ambos establecimientos es superior a la producción de residuos no peligrosos (comunes) por tanto a la luz de los resultados se comprueba la hipótesis específica formulada. Estos resultados al comparar con otros estudios se corroboran lo obtenido en nuestro estudio como Vilela (2019), que determinó que los residuos biocontaminados se encuentran en (54,10 %), los comunes en (42,70 %) y especiales con un (3,20 %). Pero son diferentes a los encontrados por (Abd El 2010), quién sostiene que la cantidad de residuos de 8 hospitales fueron de 1,249 toneladas/día, equivalente a dos tercios a los residuos comunes y la diferencia (38,9 %) a residuos peligrosos. También se reportaron mayor cantidad de residuos comunes, puesto que, que mezclaron los biocontaminados con los comunes, por falta de los depósitos para residuos biocontaminados (Chambi & Larico 2019). Estas variaciones son atribuidas a la categoría del establecimiento, su complejidad y la naturaleza de cada uno de los servicios que presta, así como por la inadecuada segregación de estos residuos.

Los puntos críticos en el manejo de los residuos identificados, permite determinar los servicios de mayor peligro y procedimientos riesgosos, los cuales generan la posibilidad de que ocurra accidentes de trabajo o contaminación ambiental, el cual permitirá centrar las acciones de las autoridades, para corregir y mejorar su manejo, con la finalidad de reducir los impactos negativos en la salud pública y ambiental. Dentro de los principales motivos que causan la inadecuada segregación y acondicionamiento de residuos son, la falta de sensibilización y capacitación de todo el personal que manipula estos residuos y las escasas acciones de supervisión y control por parte de las autoridades de salud, además de que no cuentan con diagnóstico inicial real que permita identificar las características, cantidades, tipo de residuo y las condiciones operativas del manejo de estos residuos, según la normativa. (Chambi & Larico 2019) determinó que todas las etapas del manejo de residuos sólidos en 11 hospitales de la región Puno son MUY DIFICIENTES, fundamentalmente por falta de recipientes, lo que ocasiona una mala segregación. Por su parte el (MINSa 2012) verificó que, de los 70 establecimientos de salud, no cuenta con un almacén final de residuos que cumplan con los requisitos estipulados en la normativa, los cuales generan riesgo de contaminación y situación sanitarias inadecuadas.

Algunos parámetros de las aguas residuales de ambos establecimientos se encuentran fuera de los límites permitidos, como: aceites y grasas, coliformes totales y DQO. La presencia de grasa ocasiona perjuicio en las tuberías, causan malos olores, efervescencias y está condicionado con la presencia de materia orgánica (Lazcano 2016). Los coliformes totales revela la presencia de contaminación fecal de origen humano o animal, son de gran utilidad en el monitoreo de la calidad de las aguas y para evaluar la eficiencia de plantas de tratamiento (Larrea et al. 2013). Cuando estas descargas son evacuadas al sistema de desagüe sin previo o deficiente tratamiento, constituye una fuente de contaminación del medio ambiente y riesgo sobre todo a la salud pública, por la presencia de agentes patógenos que pueden ocasionar enfermedades muy graves.

Los valores de DQO en el C.S San Jerónimo presenta los valores más altos (Tabla 3), lo que demuestra que las aguas residuales de este establecimiento están más contaminadas frente a las aguas del C.S Belenpampa, esta diferencia se deba posiblemente a que el C.S San Jerónimo, vierte muchos residuos al sistema de alcantarillado, como sala de partos y el servicio de laboratorio, también está relacionado con la cantidad de desinfectantes utilizados. De acuerdo con (Hernández & Gálvez 2005), afirma que DQO muestra la cantidad de materia orgánica no biodegradable presente en la muestra. Asimismo (Tsakona et al. 2007), determinaron valores de DQO y DBO, fuera de los LMP, en las aguas residuales de un hospital, concluyendo que la toxicidad encontrada procedió principalmente del servicio de laboratorio. La diferencia frente a este trabajo es que todos los establecimientos mencionados son hospitales de mayor complejidad, categoría, con más cantidad de servicios y tamaño frente a los establecimientos estudiados, lo que significa que los establecimientos que tienen los valores dentro de los LMP, demuestran la eficiencia de sus plantas de tratamiento, por el contrario, los que están fuera de este rango no realizan tratamiento o son deficientes.

Del análisis de varianza se concluye que ambos establecimientos son similares p-valor (0,363174) y en todas las muestras tomadas presentan una baja biodegradabilidad. Por lo tanto, estas aguas antes de ser vertidas al sistema de alcantarillado, requieren tratamiento y según el tipo de biodegradabilidad requeriría un tratamiento físico-químico, por contener posiblemente sustancias recalcitrantes. Estos resultados tienen relación con el estudio realizado por Aguilar (2018), en aguas residuales hospitalarias, obteniendo que el mayor porcentaje de 78 hospitales tienen una biodegradabilidad baja. Las aguas servidas de los hospitales cuando son vertidas al sistema de alcantarillado, pueden causar problemas de contaminación ambiental, los cuales difieren de acuerdo a la actividad, naturaleza del hospital, tamaño de las aguas residuales y su ubicación (Ibeh & Omoruyi 2011). En nuestro país son muy escasos los datos documentados que reporten valores respecto al análisis de sus aguas residuales, tanto por los establecimientos de salud, como por parte de la autoridad fiscalizadora. Las acciones de fiscalización y control son inexistentes, así mismo no se cuenta con una base de datos para advertir sobre la situación real de la calidad de los cuerpos de aguas (SUNASS 2015). La ciudad de Cusco a partir de diciembre del 2013, cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales por procesos biológicos (SEDA CUSCO 2013) pero, estos no garantizan que se remueva las sustancias recalcitrantes existentes que posiblemente están presentes en las aguas de los establecimientos de salud, más aún considerando que ningún hospital ni establecimiento cuenta con plantas de tratamiento. Por tanto los resultados obtenidos permiten evidenciar, la situación de la calidad de las aguas servidas de los establecimientos de salud, e identificar las fuentes de contaminación ambiental que excedan los LMP, según lo estipula la normatividad, a fin de prevenir la contaminación de los ecosistemas y la aparición de puntos infecciosos que dañen la salud de la población.

## **Conclusiones**

Los residuos sólidos en los C.S del primer nivel de atención (I-4) en la ciudad de Cusco tienen un manejo deficiente, según normatividad, El C.S de Belenpampa produce mayor cantidad de residuos frente al C.S de San Jerónimo, en ambos están presentes en mayor proporción los residuos peligrosos, existiendo diferencias significativas en la producción total y por tipo de residuos por cada servicio. Los puntos críticos del C.S de Belenpampa corresponden a la etapa de acondicionamiento, segregación y almacenamiento final. En el C.S de San Jerónimo sólo el área de servicios higiénicos de pacientes representa un punto crítico, en las etapas de acondicionamiento y selección de los residuos sólidos.

Los parámetros que superaron los LMP en las aguas residuales de ambos establecimientos son: las grasas y aceites, coliformes totales y demanda química de oxígeno DQO, y presentan una baja biodegradabilidad, por tanto, se requieren métodos de tratamiento fisicoquímicos, por contener sustancias recalcitrantes.

**Conflicto de interés:** La autora declara no tener conflicto de interés de ninguna índole.

## Referencias

- Abd El, M. (2010). Hospital waste management in El-Beheira Governorate, *Egypt. Journal of Environmental Management*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.08.012>
- Aguilar, S. (2018). Characterization of hospital wastewaters. *Dinamica Ambiental*, 2(2), 6. Recuperado de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/download/5793/5381>
- Al-ajlouni, K., Shakhathreh, S., Ibraheem, N. A., & Jawarneh, M. (2016). Evaluation of Wastewater Discharge from Hospitals in Amman -JORDAN. August 2013. [https://www.researchgate.net/publication/275971332\\_Evaluation\\_of\\_wastewater\\_discharge\\_from\\_hospitals\\_in\\_Amman\\_Jordan](https://www.researchgate.net/publication/275971332_Evaluation_of_wastewater_discharge_from_hospitals_in_Amman_Jordan)
- Ashouri, A., & Sadhezari, B. (2016). Study on the effects of hospital waste on surface. Proceedings of ISER 17th International Conference, January. [https://www.worldresearchlibrary.org/up\\_proc/pdf/168-145458170552-59.pdf](https://www.worldresearchlibrary.org/up_proc/pdf/168-145458170552-59.pdf)
- Chambi, B., & Larico, C. (2019). Diagnosis of the management of solid hospital residues in the health networks of the Puno region. *Revista de Investigación Científica para el Desarrollo Sustentable*, 1(1), 59-74. <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/ISA/article/view/761/659>
- Castro, H. . (2021). Química ambiental básica. . (Editorial CORHUILA (ed.)).
- EPS. SEDACUSCO S.A (2013). Memoria 2013. <https://www.sedacusco.com/transparencia/memoria/2013.pdf>
- Gobierno Regional del Cusco. (2012). «Plan Operativo Institucional 2012» Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. <https://transparencia.regioncusco.gob.pe/public/POI-Plan-Operativo-Institucional>
- Hernández, C., & Gálvez, R. (2005). Caracterización de la gestión de residuos hospitalarios y similares en Cami, Vista Hermosa, Bogotá. respuesta, 21. <http://orcid.org/0000-0002-4591-4047>
- Hossain, M, Santhanam, A., Nik, N. A., & Omar, A. (2011). Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment – A review. *Waste Management*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.11.008>
- Ibeh, I., & Omoruyi, M. (2011). Seasonal Dynamics in the Physiochemical Parameters of Hospital Effluent from a University Teaching Hospital based in Southern Nigeria. *Journal of Asian Scientific Research*, 1(1), 7-17. <https://ideas.repec.org/a/asi/joasrj/2011p7-17.html>

- Lafferty KD, Mordecai EA. The rise and fall of infectious disease in a warmer world. *F1000Res*. 2016 Aug 19;5:F1000 *Faculty Rev-2040*. doi: 10.12688/f1000research.8766.1. PMID: 27610227; PMCID: PMC4995683. <https://doi.org/10.12688/f1000research.8766.1>
- Larrea, J. A., Rojas, M. M., Romeu'Álvarez, B., Rojas-Hernández, N., & Heydrich' Pérez, M. M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de calidad de las aguas. *Cenic*, 44, 24-34. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- Lazcano, C. A. (2016). Biotecnología ambiental de aguas y aguas residuales (Ecoe Ediciones (ed.); 2da.). <https://elibro.net/es/ereader/unsaac/122526?page=266>.
- Meo, M. I., Haydar, S., Nadeem, O., Hussain, G., & Rashid, H. (2014). Characterization of hospital wastewater, risk waste generation and management practices in Lahore. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, 51(4), 317. <https://paspk.org/wp-content/uploads/proceedings/51,%20No.4/7db29e88Characterization%20of%20Hospital.pdf>
- Ministerio del Ambiente -MINAM. (2010). D.S N.º 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2010-minam/>
- Ministerio del Ambiente. (2014). Sólidos De La Gestión Del Ámbito Municipal Y No Municipal 2013. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/sexto-informe-nacional-residuos-solidos-gestion-ambito-municipal-no>
- MINSA. (2010). Informe No 001860-2010/DEPA-APRHI/DIGESA «Evaluación de los resultados de los monitoreos realizados a los Recursos Hídricos en la cuenca del río Rímac, en el marco del Convenio No 002-2009/MINSA, correspondiente al periodo de agosto a diciembre de 2009». [http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2009/RIO\\_RIMAC\\_DIGESA-SEDAPAL\\_2009.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/rios/2009/RIO_RIMAC_DIGESA-SEDAPAL_2009.pdf)
- MINSA. (2012). “Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo 2010-2012”. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Plan%20Nacional\\_DEPA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Plan%20Nacional_DEPA.pdf)
- Norma Técnica de Salud: NTS N° 144-MINSA/2018/DIGESA «Gestión integral y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud, servicios médicos de apoyo y centros de investigación», (2018). <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/223593-1295-2018-minsa>

- Neveu C Alejandra, Matus C Patricia. Residuos hospitalarios peligrosos en un centro de alta complejidad. *Rev. méd. Chile* [Internet]. 2007 Jul [citado 2022 Ene 15] ; 135( 7 ): 885-895. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872007000700009&lng=es.http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872007000700009](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872007000700009&lng=es.http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872007000700009).
- OEFA. (2014). Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión provincial. Oefa, 1-100. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=16983](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=16983)
- OMS. (1999). Safe management of wastes from health-care activities. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42175/9241545259.pdf>
- OMS. (2017). Safe management of wastes from health - care activities A summary\*. Geneva, WHO/FWC/WSH/17.05, 1-24. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259491/WHO-FWC-WSH-17.05-eng.pdf;jsessionid=BE197A8BAB73EC864CA3573E15D4F0E6?sequence=1>
- Ramos-Alvariño, Caridad (2013). Comportamiento de los indicadores sanitarios y ecotoxicológicos de las aguas residuales con trazas de medicamentos. *Revista Cubana de Química*, XXV (2),180-205.[fecha de Consulta 14 de Enero de 2022]. ISSN: 0258-5995. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543735008>
- Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. y colaboradores. (2010). *Análisis de agua* (E. Omega (ed.); 9na. Edición).
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento -SUNASS (2015). Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, primera edición. <https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>
- Tsakona, M., & Anagnostopoulou, E. & Gidaracos, E. (2007). Gestión de residuos hospitalarios y evaluación de toxicidad: un estudio de caso. *ELSEIVER*, 27, 912-920. [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16872822/#:~:text=Tsakona%20M%2C%20Anagnostopoulou%20E%2C%20Gidaracos%20E.%20Hospital%20waste%20management%20and%20toxicity%20evaluation%3A%20a%20case%20study.%20Waste%20Manag.%202007%3B27\(7\)%3A912%2D20.%20doi%3A%2010.1016/j.wasman.2006.04.019.%20Epub%202006%20Jul%2026.%20PMID%3A%2016872822](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16872822/#:~:text=Tsakona%20M%2C%20Anagnostopoulou%20E%2C%20Gidaracos%20E.%20Hospital%20waste%20management%20and%20toxicity%20evaluation%3A%20a%20case%20study.%20Waste%20Manag.%202007%3B27(7)%3A912%2D20.%20doi%3A%2010.1016/j.wasman.2006.04.019.%20Epub%202006%20Jul%2026.%20PMID%3A%2016872822)

- Vilela, L. A. (2019). *Gestión de los residuos sólidos en los establecimientos de salud de San Marcos y Cajabamba*. En Universidad Nacional de Cajamarca. [http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009%0Ahttp://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis\\_completa\\_Ronald\\_Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009%0Ahttp://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis_completa_Ronald_Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Voudrias EA. Healthcare waste management from the point of view of circular economy. *Waste Manag.* 2018 May;75:1-2. doi: 10.1016/j.wasman.2018.04.020. PMID: 29699811. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2018.04.020>
- World Health Organisation, Emmanuel, J., Pieper, U., Rushbrook, P., Stringer, R., Townend, W., Wilburn, S., & Zghondi, R. (2014). *Safe management of wastes from health-care activities*. 329. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85349/1/9789241548564\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85349/1/9789241548564_eng.pdf)