



Revista Peruana de Medicina Experimental y  
Salud Pública  
ISSN: 1726-4642  
revmedex@ins.gob.pe  
Instituto Nacional de Salud  
Perú

Bambarén-Alatrista, Celso; Alatrista-Gutiérrez de Bambarén, María del Socorro  
IMPACTO AMBIENTAL DE UN HOSPITAL PÚBLICO EN LA CIUDAD DE LIMA, PERÚ  
Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, vol. 31, núm. 4, octubre-diciembre, 2014,  
pp. 712-715  
Instituto Nacional de Salud  
Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36333050015>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

# IMPACTO AMBIENTAL DE UN HOSPITAL PÚBLICO EN LA CIUDAD DE LIMA, PERÚ

Celso Bambarén-Alatrista<sup>1,a</sup>, María del Socorro Alatrista-Gutiérrez de Bambarén<sup>2,a</sup>

## RESUMEN

La operación de los hospitales genera efectos negativos en el medioambiente, que contribuyen a la contaminación ambiental y al cambio climático. La institución estudiada corresponde a un establecimiento de salud de la categoría III, ubicado en la ciudad de Lima, la cual genera 4,89 kg/cama/día de residuos sólidos, y consume 1,36 m<sup>3</sup>/cama/día de agua; 25,22 kWh/cama/día de energía eléctrica y 2,76 litro/cama/día de combustible. El valor de PM<sub>10</sub> y de los parámetros medidos de los vertidos a la red pública está dentro de los límites legales mientras que la generación de ruido de fuente móvil supera el límite máximo permisible. La institución lanza a la atmósfera 2291 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por año. En conclusión, la institución estudiada genera un impacto negativo en el medioambiente

*Palabras clave:* Contaminación ambiental; Cambio climático; Hospitales (fuente MeSH NLM).

## ENVIRONMENTAL IMPACT OF A PUBLIC HOSPITAL IN THE CITY OF LIMA, PERU

## ABSTRACT

The operation of hospitals produces negative effects on the environment which contributes to air pollution and climate change. The institution in this study is a category III health care facility located in the city of Lima. It generates 4.89 kg/bed/day of solid waste, and consumes 1.36 m<sup>3</sup>/bed/day of water; 25.22 kWh/bed/day of electricity, and 2.76 liters/bed/day of fuel. The level of PM<sub>10</sub> and measured parameters of disposal to the public network are within legal limits, while mobile source noise exceeds the maximum allowable limit. The institution releases into the atmosphere 2,291 tons of CO<sub>2</sub> equivalents per year. In conclusion, the institution studied generates a negative impact on the environment.

*Keywords:* Environmental pollution; Climate change; Hospitals.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, no se conoce con precisión el impacto del sector salud en el cambio climático, pero se presume que es sustancial<sup>(1)</sup>. En los Estados Unidos de Norteamérica (EE. UU), la sanidad es el segundo sector que más contamina después de la industria de la alimentación, debido principalmente al consumo de combustibles fósiles y al descarte del material y equipamiento médico que se elimina una vez utilizado<sup>(2)</sup>.

En EE. UU., los hospitales son el segundo consumidor intensivo de energía en el sector comercial, gastando US\$ 8,5 billones en energía anual para atender las necesidades de los pacientes y utilizando el doble de gasto de energía por pie cuadrado que las áreas de oficinas<sup>(3)</sup>. En el Reino Unido, los hospitales generan más de 18 000 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año, lo que representa el 25% del total de las emisiones del sector público<sup>(4)</sup>. Se calcula que las actividades de los hospitales representan entre el 3% y el 8% de la huella del cambio climático en países desarrollados como Inglaterra y los EE. UU.<sup>(5)</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú

<sup>2</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú

<sup>a</sup> Médico cirujano, doctor en Medicina

Recibido: 20-04-14 Aprobado: 20-08-14

La investigación tuvo como finalidad determinar el impacto en el medioambiente que tiene la operación anual de un hospital, mediante la medición de los aspectos ambientales y la estimación de la huella de carbono.

## EL ESTUDIO

El estudio fue observacional, descriptivo y transversal. Se seleccionó a un establecimiento categoría III-2 del Ministerio de Salud ubicado en un distrito de la ciudad de Lima, con más de veinte años de operación y más de 360 camas.

El estudio se limitó a los aspectos ambientales directos que se listan en la Tabla 1 que se presentan en las condiciones previstas de la operación del hospital, dejando de lado los que se pueden presentar en incidentes y accidentes. Solo se incluyeron las actividades vinculadas a los procesos que se realizan dentro de las instalaciones del establecimiento de salud, sin incluir las que son realizadas por terceros fuera del establecimiento. Debido a limitaciones de presupuesto se examinaron solo algunos parámetros de las emisiones y de los vertidos en puntos priorizados del establecimiento. No se midieron los valores microbiológicos en los vertidos. La información recolectada correspondió al año 2012.

La información sobre el consumo de agua potable, combustible y energía eléctrica se obtuvo del reporte anual de ecoeficiencia, documento de carácter obligatorio para toda institución pública en el país<sup>(6)</sup>, y del plan de manejo de residuos sólidos de la institución. El cumplimiento de los requisitos legales de los aspectos

ambientales se verificó mediante la medición de ruido de las ambulancias en el servicio de emergencia, de la cantidad de partículas suspendidas respirables menores de 10 mg/m<sup>3</sup> (PM<sub>10</sub>) en la chimenea de la casa de fuerza, y de algunos parámetros físicos y químicos de los vertidos en la red de desagüe del servicio de infectología y de la lavandería.

La huella de carbono que describe el impacto total que la organización sobre el ambiente en relación a las emisiones de gases de efecto invernadero, se basó en una metodología internacional<sup>(7)</sup> utilizando los factores de conversión para los combustibles fósiles del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Se dejaron de lado los otros cuatro gases de efecto invernadero incluidos en el Protocolo de Kioto, que son metano (CH<sub>4</sub>), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) debido a que no se contaba con esta información.

## HALLAZGOS

El establecimiento de salud produjo 642,06 toneladas (t) de residuos sólidos, de los cuales 374,88 t (58,4%) eran residuos comunes, 259,8 t (40,5%) fueron biocontaminados, y 7,38 t (1,2%) eran especiales, es decir, aquellos que por sus características de autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente<sup>(8)</sup>. Se consumieron 178 735 m<sup>3</sup> de agua en un año, equivalente a 1,36 m<sup>3</sup>/cama/día. El consumo de energía eléctrica fue de 3 309 657 kWh en un año que corresponde a 25,22 kWh/cama/día. Al tomar en consideración los metros cuadrados construidos (44 420 m<sup>2</sup>) se tiene el indicador de 74,51 kWh/m<sup>2</sup>/año.

En la institución se utiliza gasolina de 84, 90 y 97 octanos, y petróleo B5 para la operación de la casa de fuerza y de los vehículos para el transporte de pacientes y del personal. Se consumieron 95 767 galones de combustible en el año, que equivale a 2,76 litros/cama/día. El 94% del combustible consumido es diésel N.<sup>o</sup> 2, el cual es utilizado principalmente en la casa de fuerza. Los valores de consumo de recursos y generación de residuos sólidos se resumen en la Tabla 2.

Las emisiones atmosféricas son producidas por los dos calderos ubicados en la casa de fuerza, que funcionan un promedio de 10 h/día y utilizan 250 galones/día de diésel 2. Se registró un valor de PM<sub>10</sub> de 42,2 µg/m<sup>3</sup> como resultado del monitoreo durante veinticuatro horas de las emisiones producidas por los dos calderos. Este valor es inferior al límite máximo permisible (LMP) de

**Tabla 1.** Aspectos ambientales directos, indicadores y unidades de medida.

Aspecto ambiental directo	Indicador medido	Unidades
Residuos sólidos totales	Residuos sólidos producidos	kg/cama/día
Consumo de agua de la red pública	Agua consumida	m <sup>3</sup> /cama/día
Consumo de energía eléctrica	Energía consumida	kWh/cama/día
Consumo de combustible (gasolina y petróleo)	Cantidad consumida	Litro/cama/día
Emisiones atmosféricas	Parámetro de emisión	PM <sub>10</sub>
Generación de ruido de fuente móvil (ambulancia)	Nivel de ruido dB(A)	dBA
Vertidos a la red de desagüe	DBO <sub>5</sub> , DQO, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas	mg/L

**Tabla 2.** Valores anuales del consumo de recursos y de la generación de residuos sólidos en un hospital público de la ciudad de Lima. 2012

Aspecto ambiental	Resultado
Residuos sólidos totales	4,89 kilogramo/cama/día
Consumo de agua	1,36 m <sup>3</sup> /cama/día
Consumo de energía eléctrica	25,22 kWh/cama/día
Consumo de combustible	2,76 litro/cama/día

150 µg/m<sup>3</sup> establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental del aire <sup>(9)</sup>. En el año 2012, se compró 695 m<sup>3</sup> de óxido nitroso.

Los principales puntos de generación de ruido son la casa de fuerza y el patio de maniobras de las ambulancias en el servicio de emergencia. Se realizó el muestreo haciendo activar la sirena de una ambulancia a las 10.00 h. El rango de variación del nivel de presión sonora estuvo entre 77,8 a 89,3 dB A, lo cual supera los valores entre 50 a 70 dB A, que corresponden a las zonas de protección especial donde se ubican los hospitales, las zonas residenciales y comerciales <sup>(10)</sup>.

La institución cuenta con 11 a 12 puntos de descarga a la red pública, y existen tres tanques sépticos, cada uno con una capacidad de 4 m<sup>3</sup>. No se posee una planta de tratamiento de agua. Se cuenta con una sola trampa de grasa, la cual está ubicada en la red de desagüe de la cocina. Las mediciones de los parámetros físicos y químicos se realizaron en el desagüe que sale de la lavandería y de infectología, considerando que, en un análisis previo, se determinó que estos servicios podrían ser algunos de los que más contribuyen la generación de efecto negativo a través de sus vertidos residuales. Debido a limitaciones presupuestales no se midieron los parámetros en los tanques sépticos. Los resultados de la lavandería y del servicio de infectología se resumen en la Tabla 3 y están dentro de los valores máximos admisibles (VMA) de la norma nacional <sup>(11)</sup>. Finalmente, se calculó que se lanzan a la atmósfera

**Tabla 3.** Comparación con la norma peruana de los valores medidos de los parámetros de la descarga de aguas residuales de la lavandería y el servicio de infectología de un hospital público de la ciudad de Lima. Año 2012

Parámetros	Lavandería	Infectología	Valor máximo admisible
pH (unidades pH)	7,8	7,5	6 a 9
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	9,5	266,5	500
DQO (mg/L)	42,8	597,5	1000
Aceites y grasas (mg/L)	1,4	5	100
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	9,4	177,5	500

2291 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por año, de las cuales 41% corresponden al diésel, 39% a la energía eléctrica, 18% al óxido nitroso y 2% a la gasolina.

## DISCUSIÓN

Al comparar los tipos de residuos generados en el establecimiento con lo reportado en diferentes hospitales a nivel mundial, se observa que la cantidad de los residuos sólidos totales están por encima de lo esperado para América Latina, y también es mayor al promedio de generación de residuos que varía entre 1,0 y 4,5 kg/cama/día para centros sanitarios en América <sup>(12)</sup>. Sin embargo, este valor es inferior comparado con los hospitales de los EE. UU. <sup>(13)</sup>. La institución produce una menor cantidad de residuos peligrosos a lo reportado en otros hospitales de la ciudad de Lima, donde los peligrosos fueron del 58% (57% biocontaminados y 1% especiales) del total, y 42% de comunes <sup>(14)</sup>. Al comparar con los valores del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, la institución genera una mayor cantidad de residuos peligrosos a lo esperado, que debería estar entre el 10 a 40% del total <sup>(12)</sup>.

El consumo de agua tiene valores mayores a los 0,3 m<sup>3</sup>/cama/día propuesto por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y a 0,8 m<sup>3</sup>/cama/día establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Entre las razones que pueden explicar esto es la existencia de numerosos puntos de abastecimiento de agua, y que las redes de agua no cuentan con un mantenimiento preventivo apropiado, lo mismo ocurre con los sistemas de almacenamiento y los aparatos sanitarios que se utilizan en los servicios médicos y administrativos.

Los valores de consumo de energía eléctrica son mayores a los registrados para hospitales en otras regiones, como en Austria donde el consumo máximo llega al 6,6 kWh/cama/día. Al tomar en consideración los metros cuadrados construidos, se tiene el indicador de 74,51 kW/m<sup>2</sup>/año, el cual es inferior al consumo de energía eléctrica en hospitales de los EEUU. donde se tienen valores de 240 kWh/m<sup>2</sup>/año <sup>(13)</sup>.

Los valores de la descarga de los vertidos medidos están dentro de los valores máximos admisibles (VMA) de la norma nacional, sin embargo, la demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxígeno (DQO) y los sólidos suspendidos totales del servicio de infectología superan a los valores permitidos en la normatividad mexicana específica para hospitales <sup>(15)</sup>. Los valores elevados de DBO<sub>5</sub> causan deterioros en las redes de alcantarillado por la formación de gases anaerobios que se convierte en ácido sulfúrico que es

altamente corrosivo, otros parámetros indican que la materia orgánica no se degrada en la red pública.

La huella de carbono de la institución es menor a lo reportado en otros establecimientos, como en el hospital La Paz en Madrid, España, el cual arroja a la atmósfera 9200 toneladas de CO<sub>2</sub>/cama/año, o el hospital Galdakao Usansolo que emite 9344 toneladas, de las cuales 85% son debido al CO<sub>2</sub> y el restante por el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O<sup>(16)</sup>. Por otra parte, el indicador de CO<sub>2</sub> equivalente es de 6,36 toneladas/cama/año, lo cual está dentro de lo esperado para hospitales que cuentan con áreas de urgencias y salas de operaciones, que registran emisiones hasta 16 toneladas de CO<sub>2</sub>/cama/año<sup>(16)</sup>.

En conclusión, la institución estudiada genera un impacto negativo en el medioambiente debido a que la emisión de ruido por fuente móvil supera en 19 dB A al LMP. Además, la cantidad de residuos sólidos totales especialmente de los residuos biocontaminados; así como el consumo de agua y energía eléctrica supera a lo esperado con base en otros estudios nacionales e internacionales.

**Contribuciones de autoría:** CBA y MdSAG han participado en la concepción y diseño del artículo, su redacción y revisión crítica; así como la aprobación de su versión final. Además, CBA realizó la recolección, análisis e interpretación de datos.

**Fuente de financiamiento:** autofinanciado

**Conflictos de interés:** los autores declaran no tener conflictos de interés.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organización Mundial de la Salud. *Cambio climático y salud humana - riesgos y respuestas. Resumen*. Ginebra: OMS; 2003.
- The Center for Health Design. *Designing the 21<sup>st</sup> Century Hospital: Environmental leadership for healthier patients and facilities*. Washington D. C.: CHD; 2006.
- World Health Organization. *Healthy hospitals, healthy planet, healthy people: Addressing climate change in healthcare settings*. Geneva: WHO; 2008.
- National Health Service. *Saving carbon, improving health: NHS carbon reduction strategy for England*. Cambridge: NHS; 2009.
- Chung J, Meltzer DO. *Estimate of the carbon footprint of the US health care sector*. JAMA. 2009 Nov 11;302(18):1970-2. doi: 10.1001/jama.2009.1610.
- Perú, Ministerio del Ambiente. *Decreto Supremo 009-2009-MINAM*. Medidas de ecoeficiencia para el sector público. de 14 de mayo. 19 de marzo de 2009. Medidas de ecoeficiencia para el sector público, *Decreto Supremo 009-2009-MINAM*. (19 de marzo de 2009).
- Oficina Catalana de Cambio Climático. *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*. Barcelona: Oficina Catalana de Cambio Climático; 2012.
- Perú, Ministerio de Salud. *Resolución Ministerial 554-2012/MINSA*. Aprobar la Norma técnica de salud N° 096-MINSA/DIGESA-V.01, norma técnica de salud "Gestión y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo". (3 de julio del 2012).
- Perú, Ministerio del Ambiente. *Decreto Supremo 003-2008-MINAM*. Aprueban estándares de calidad ambiental para aire. (21 de agosto del 2008).
- Perú, Ministerio del Ambiente. *Decreto Supremo 085-2003-PCM*. Aprueban el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido. (24 de octubre del 2003).
- Perú, Ministerio de Vivienda. *Decreto Supremo 003-2011-VIVIENDA*. Aprueba los valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. (21 de mayo de 2011).
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. *Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud*. Lima: CEPIS; 1994.
- Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. *Guía sectorial de producción más limpia. Hospitales, clínicas y centros de salud*. Medellín: CNPML; 2011.
- Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud. *Diagnóstico situacional del saneamiento ambiental en los hospitales Arzobispo Loayza y Daniel Alcides Carrión*. Lima: INAPMAS; 1992.
- Instituto Nacional de Ecología. *Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993*, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales. México D.F: INE; 1993.
- Hospital Galdakao-Usansolo. *Informe de gases de efecto invernadero 2011*. Barcelona: Hospital Galdakao-Usansolo; 2012.

**Correspondencia:** Celso Bambarén

**Dirección:** Loma verde 130 – Lima 33

**Teléfono:** 999040762

**Correo electrónico:** celso.bambaren@gmail.com