

## ARTÍCULOS ORIGINALES

## HOSPITALES SOSTENIBLES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: HUELLA DE CARBONO DE UN HOSPITAL PÚBLICO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

*Sustainable Hospitals Facing Climate Change: Carbon Footprint of a Public Hospital in Buenos Aires City*María Rosa Smith Rodríguez<sup>1</sup>, Ernesto de Titto<sup>2</sup>

**RESUMEN.** INTRODUCCIÓN: El cambio climático es una cuestión de salud pública. La huella de carbono constituye parte esencial de la huella ecológica de una entidad, que mide la superficie biológica necesaria para producir los bienes y servicios consumidos por la misma, así como la capacidad para asimilar los residuos que genera, por lo que es importante su estimación como indicadora del impacto ambiental que generan las actividades del establecimiento. OBJETIVOS: Estimar la huella de carbono del Hospital General de Agudos Enrique Tornú de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en 2015. MÉTODOS: estudio cuali-cuantitativo descriptivo, de tipo transversal, que incluyó las fuentes emisoras de gases con efecto invernadero para calcular las emisiones de las actividades del hospital desde la perspectiva de una organización. RESULTADOS: La huella de carbono obtenida en toneladas de dióxido de carbono equivalente fue 1526,47. El 43% fueron generadas por emisiones directas, 29% por emisiones indirectas por consumo de energía y el 28% restante por otras emisiones indirectas. Indicador obtenido: I2015 = 9,09 tCO<sub>2</sub>e/cama. CONCLUSIONES: Los resultados muestran el impacto ambiental generado por el funcionamiento del hospital y su contribución al calentamiento global. Los aportes de cada actividad permiten identificar las fuentes de emisión de mayor peso como áreas de oportunidad para la implementación de estrategias de reducción y/o mitigación. El indicador de desempeño permitirá medir avances en términos de reducción programada de emisiones.

**ABSTRACT.** INTRODUCTION: Climate change is a matter of public health. The carbon footprint is relevant to the ecological footprint of an entity which measures the biological surface needed to produce goods and services consumed by the same, as well as the ability to assimilate the waste it generates, so its estimation is a good indicator of the environmental impact generated by the activities of the establishment. OBJECTIVES: Estimate the carbon footprint of the Hospital General of Agudos Enrique Tornú of the city of Buenos Aires during 2015. METHODS: The design was based on a descriptive qualitative-quantitative study of transverse type, which included the sources of greenhouse gases to calculate emissions from the activities of the hospital with a perspective of an organization. RESULTS: The carbon footprint obtained was 1526.47 tons of equivalent CO<sub>2</sub> - 43% was generated by direct emissions, 29% by indirect emissions due to energy consumption and the remaining 28% by indirect emission. Indicator I2015 = 9.09 tCO<sub>2</sub>e/bed. CONCLUSIONS: The results show the environmental impact of the hospital functioning and its contribution to global warming. The contribution of each activity allows identifying the most significant emission sources and opportunity areas for the implementation of reduction and/or mitigation strategies. The performance indicator will serve to measure progress in terms of scheduled emission reduction.

**PALABRAS CLAVE:** Hospitales Sostenibles; Cambio Climático; Huella de Carbono

**KEY WORDS:** Sustainable Hospitals; Climate Change; Carbon Footprint

<sup>1</sup> Hospital General de Agudos Enrique Tornú, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<sup>2</sup> Dirección Nacional de Determinantes de la Salud, Ministerio de Salud de la Nación.

**FUENTE DE FINANCIAMIENTO:** Beca Salud Investiga "Dr. Abraham Sonis" 2016, categoría individual, otorgada por el Ministerio de Salud de la Nación, a través de la Dirección de Investigación para la Salud

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 21 de julio de 2017

**FECHA DE ACEPTACIÓN:** 24 de agosto de 2018

**CORRESPONDENCIA A:** María Rosa Smith Rodríguez  
Correo electrónico: smithmariorosa@hotmail.com

Registro RENIS N°: IS001414

**INTRODUCCIÓN**

Desde sus orígenes, el hombre obtiene del entorno los recursos y servicios necesarios para su supervivencia, a la vez que devuelve residuos y emisiones. Esta relación con la naturaleza es inevitable y no es privativa de la especie humana, sino que responde más bien a la dinámica de los flujos vitales.

A partir de la Revolución Industrial, la relación hombre-naturaleza se ha modificado en ritmo, amplitud, nivel y profundidad<sup>1</sup>. Con los siempre crecientes patrones de producción y consumo inherentes al modelo de desarrollo adoptado por gran parte de la humanidad, los recursos son utilizados a un ritmo mayor que el propio de la naturaleza para producirlos y se generan residuos en cantidades superiores a la capacidad

digestiva de la biosfera. La globalización expande las fronteras y modifica la amplitud, de modo tal que la distancia entre la extracción del recurso y el lugar donde los residuos son digeridos altera significativamente el metabolismo de reciclaje natural. Se produce también un salto en el nivel de energía al pasar de las fuentes preindustriales basadas en la fotosíntesis —madera y fuerza animal y de trabajo— a la obtención de energía a partir de combustibles fósiles —gas, petróleo y carbón— cuya combustión produce la emisión de gases con efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en cantidades superiores a la capacidad de absorción natural. El aumento del volumen de gases de origen antrópico en la atmósfera producido por la utilización de combustibles fósiles, así como por los cambios en el uso de la cubierta de los suelos, la quema de biomasa, la cría de ganado y los depósitos de residuos urbanos, provoca un aumento gradual de la temperatura en la superficie terrestre y marina, conocido como calentamiento global, con un cambio a largo plazo en el clima de la Tierra. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>2</sup> define este fenómeno como: “Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada en períodos comparativos”. Otros gases emitidos a la atmósfera como producto de las actividades del hombre y con potencial de calentamiento global son: metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ )<sup>3</sup>.

El clima futuro dependerá del calentamiento asegurado por las emisiones antropogénicas pasadas, actuales y futuras, además de la variabilidad natural. Los impactos asociados al cambio climático incluyen derretimiento acelerado de las capas de hielo y retroceso de glaciares, elevación del nivel de los océanos (que provoca catástrofes en zonas costeras e islas), cambios en los patrones pluviales y fenómenos meteorológicos extremos (sequías, olas de calor, nevadas intensas). Estos fenómenos originan cambios en la distribución geopolítica y geoeconómica por desplazamiento de zonas de cultivo y de personas. Se estima que ya hay, y seguirá habiendo, efectos sustantivos sobre los ecosistemas y la biodiversidad, incluidas extinciones o migraciones de especies que no logren adaptarse a los cambios de clima.

El cambio climático es una cuestión de salud pública. Sus consecuencias ponen en riesgo la salud de la población y, en especial, a los sectores sociales más vulnerables. Los fenómenos meteorológicos extremos y la variabilidad del clima afectan los suministros de agua y atentan contra la seguridad alimentaria. Obviamente, los riesgos aumentan para aquellos que carecen de infraestructura y servicios esenciales. El cambio climático está contribuyendo al estrés hídrico, dado que las sequías o inundaciones afectan la calidad y cantidad de agua disponible. Se prevé que para 2040, es decir, en poco más de 20 años, uno de cada cuatro niños en el planeta (casi 600 millones de niños) vivirán en zonas con recursos hídricos extremadamente limitados<sup>4</sup>.

La variabilidad del clima produce cambios en los patrones de distribución de enfermedades mediadas por vectores o relacionadas con los ecosistemas; cabe recordar que muchas enfermedades, como diarreas, malaria y dengue, son sensibles al clima. Las migraciones y el flujo de refugiados serán algunos de los costos sociales.

Por otro lado, la expansión de la industria y el corrimiento de las fronteras agropecuarias, relacionados también con el continuo crecimiento poblacional, son responsables de la destrucción de hábitats y la pérdida de especies. El funcionamiento de los ecosistemas es sensible a la biodiversidad (variación de organismos en todos los niveles). Las comunidades ecológicas interactúan en virtud de complejas cadenas alimentarias, por lo que la extinción de una sola especie sería capaz de provocar extinciones en cadena<sup>5</sup>.

Debido a las pautas de producción y consumo propias del desarrollo económico, este modelo no es sostenible: tanto en términos ambientales (por el uso intensivo de los recursos naturales, la contaminación que provoca y los residuos y emisiones que genera) como sociales (por la inequidad sufrida por los países subdesarrollados o las áreas subdesarrolladas de los países más desarrollados, que no pueden acceder a un estado de prosperidad similar y sobre los que recaen los efectos de la degradación ambiental).

Surge entonces el concepto de desarrollo sostenible, que procura reconciliar los aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas. Fue descripto por primera vez en el informe de la Comisión Brundtland “*Nuestro futuro común*”<sup>6</sup>, publicado en 1986. Este documento señala que “desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas propias”, invocando los conceptos de justicia intra e intergeneracional.

El desarrollo sostenible tiene connotaciones diferentes según el ámbito, alcance y enfoque político del que se trate. El enfoque empresarial pone el acento en la utilización eficiente de los recursos; el ecologista-ambientalista destaca la preservación de las especies, los recursos naturales, la contaminación y la sostenibilidad ambiental; el social resalta los objetivos del desarrollo de la sociedad, la mejora en la calidad de vida y el acceso a la educación y la salud. Por lo tanto, desde una perspectiva integral, el desarrollo sostenible debe ser económicamente viable, socialmente equitativo y ambientalmente sano.

En este escenario, cabe pensar en el hospital como una organización donde las dimensiones ambiental, económica y social están presentes. Desde el punto de vista sanitario es indiscutible su rol social, casi exclusivo, ya que proporciona asistencia médico-sanitaria completa a la población (especialmente a la más vulnerable) y sus servicios externos se irradian hasta el ámbito familiar. Desde la perspectiva económica, se comporta como una megaempresa que ofrece productos y servicios, posee capital físico y humano, consume y transforma materiales, utiliza insumos y equipamiento, e incorpora tecnología de creciente complejidad. Desde el enfoque ambiental, los hospitales interactúan

con el entorno a partir del flujo de energía y materiales y la generación de residuos y emisiones.

La infraestructura y las actividades desarrolladas en un hospital determinan una compleja estructura de consumo de energía, que sostiene los sistemas de funcionamiento y confort, y debe garantizar un suministro continuo. Las diversas actividades cotidianas de un establecimiento de salud incorporan distintos tipos de productos, materiales e insumos para llevarlas a cabo, tanto los necesarios para los procesos de prestación de servicios y cuidado de la salud de los pacientes como los de soporte y apoyo: insumos propios de la atención sanitaria (medicamentos, productos médicos, gases medicinales, sustancias químicas para esterilización y desinfección, reactivos de diagnóstico, equipamiento médico, etc.), suministros de oficina y mobiliario, equipamiento tecnológico, material textil, etc. Los residuos generados a partir de la actividad asistencial están en directa relación con la variabilidad y cantidad de los materiales y bienes consumidos, por lo que son diversos y cuantiosos. Incluyen residuos patogénicos, especiales o peligrosos (químicos y radioactivos) y comunes o asimilables a los urbanos, compuestos por los que se derivan de las actividades administrativas en todos los servicios, residuos limpios, residuos húmedos de cocina, productos de poda y cuidado de áreas verdes, entre otros.

Un hospital sostenible, en términos de desarrollo sostenible y sus dimensiones social, ambiental y económica, es aquel que realiza sus procesos y actividades para el cuidado de la salud de las personas de manera tal que resulte viable económicamente, sensible a las necesidades sociales de la comunidad a la que pertenece y respetuoso del ambiente. Dado que el objetivo final del establecimiento es preservar la salud de las personas, un hospital sostenible tiene la responsabilidad de atender, diagnosticar y dar tratamiento a los pacientes mediante el uso eficiente de los recursos naturales, energéticos y materiales con el menor impacto ambiental. Para ello debe implementar medidas y acciones que limiten su propia huella de carbono.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define al respecto: "La emisión continua de GEI causará un mayor calentamiento y cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático, lo que hará que aumente la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles para las personas y los ecosistemas. Para contener el cambio climático sería necesario reducir de forma sustancial y sostenida las emisiones de GEI, lo cual, junto con la adaptación, puede reducir los riesgos."<sup>7</sup>

La huella de carbono es un indicador de "la cantidad de GEI expresada en términos de CO<sub>2</sub> equivalentes, emitida a la atmósfera por un individuo, organización, proceso, producto o evento dentro de un límite definido"<sup>8</sup>. Su cálculo permite estimar el impacto producido sobre el ambiente y en el proceso, conocer las fuentes importantes de emisión y evaluar estrategias de reducción, compensación y/o mitigación.

Este trabajo tuvo por objetivo estimar el impacto ambiental provocado por el funcionamiento del Hospital General de

Agudos Doctor Enrique Tornú (HGAET) de la ciudad de Buenos Aires a partir de la determinación de su huella de carbono.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio cuali-cuantitativo descriptivo, de tipo transversal, que incluyó las fuentes emisoras de GEI involucradas en el funcionamiento del HGAET durante el año calendario 2015. Los datos se recogieron por relevamiento directo de las fuentes de emisión y se volcaron en una planilla diseñada *ad hoc*. El establecimiento está emplazado en la comuna 15 de la ciudad y tiene un predio de 7 hectáreas, de las cuales el 63,4% son áreas verdes con un inventario de árboles y arbustos de 250 ejemplares.

El diseño metodológico se inspiró en la norma ISO 14064-1, sobre la base de metodologías corporativas, de forma que fuera posible calcular las emisiones de las actividades del hospital en su conjunto desde la perspectiva de una organización<sup>9</sup>. La metodología de implementación siguió los pasos descriptos en el Cuadro 1.

A la hora de determinar los límites organizacionales, quedaron comprendidas todas las áreas funcionales dentro del predio del hospital a excepción de la Escuela Infantil N° 2, dependiente del Ministerio de Educación. Se excluyeron las dependencias de la organización emplazadas en otros predios.

En lo que respecta a los límites operacionales, se definieron los GEI y las fuentes de emisión. Salvo SF<sub>6</sub>, se incluyeron los gases establecidos en el marco del Protocolo de Kioto: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, HFC, PFC y N<sub>2</sub>O. En cuanto a las emisiones y sus fuentes se incluyeron: a) emisiones de GEI de alcance 1 (o emisiones directas), provenientes de fuentes que pertenecen o son controladas por la organización, como consumo de gas natural, movilidad con vehículos afectados directamente a la organización (dos ambulancias) y emisiones fugitivas; b) emisiones de alcance 2 (o emisiones indirectas), provenientes de la generación de la electricidad consumida; y c) emisiones de alcance 3 (u otras emisiones indirectas), atribuibles a productos y/o servicios adquiridos y utilizados por la organización. El acceso a la información generalmente conduce a la inclusión de emisiones de alcance 1 y 2, que por otra parte deben ser consideradas en

**CUADRO 1.** Etapas metodológicas para la determinación de la huella de carbono en un hospital público de la ciudad de Buenos Aires.

Etapa	Detalle
1. Definición de los límites	Límites organizacionales Límites operativos Exclusiones
2. Selección del año base	
3. Identificación de las emisiones	Emisiones y remociones directas Emisiones indirectas por energía eléctrica Otras emisiones indirectas
4. Cuantificación de las emisiones	Cuantificación de las emisiones Cuantificación de las remociones Elección de herramientas de cálculo

Fuente: Adaptado de norma ISO 14064:2006.

su totalidad. Este estudio incluyó las emisiones de alcance 3 asociadas a los medios de transporte empleados por los trabajadores y trabajadoras en su desplazamiento desde y hacia el hospital, así como las derivadas del consumo de papel (medido en resmas A4), del consumo de agua y de la generación de residuos sólidos urbanos.

Como criterio general para determinar la no pertinencia, quedaron excluidas del inventario las fuentes de emisión que suponían menos del 1% de las emisiones totales, siempre que la sumatoria de las exclusiones no superara el 5% del total, basado en un cálculo preliminar.

Para el análisis de la evolución de emisiones a través de una serie temporal, se determinó como año base y punto de partida 2015, que coincidía con el primer inventario de emisiones.

Sobre la base de los límites operacionales y alcances definidos, las fuentes de emisión identificadas fueron: gas natural (GN) (cocinas, calderines, estufas y otros equipos de funcionamiento a GN), gasoil (grupo electrógeno, combustible de ambulancias), gases refrigerantes R22 CHClF<sub>2</sub> (emisiones fugitivas de equipos de aire acondicionado), consumo de electricidad (iluminación, climatización y equipamiento médico) y las emisiones de alcance 3 ya mencionadas.

a) Metodología de la cuantificación de emisiones: El cálculo se realizó aplicando la fórmula según la cual emisiones (tCO<sub>2</sub>e) = dato de la actividad (DA) x factor de emisión (FE); donde DA es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI y FE es la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por cada unidad del parámetro DA, según publicaciones de organismos reconocidos. Las emisiones se expresan en toneladas de

CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e), unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento atmosférico o potencial de calentamiento global (PCG).

b) Metodología de cálculo para cada actividad: Se obtuvieron por medición, cálculo o estimación en función de la disponibilidad de los datos provenientes de facturas comerciales o registros internos.

c) Metodología para la cuantificación de remociones (extracción de CO<sub>2</sub> atmosférico mediante sumideros): Considerando la biomasa por arriba del suelo, se basó en el número de árboles y la tasa de absorción propia de cada especie. Remociones de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>e) = cantidad de pies x tasa de absorción; donde cantidad de pies es el número de árboles por especie y por tamaño (equivalente al DA) y la tasa de absorción está expresada en tCO<sub>2</sub>/unidades por pie y año (equivalente al FE).

d) Cálculo de incertidumbre: Esta evaluación se refiere únicamente a la incertidumbre estadística de los parámetros DA y FE. Para su cálculo se asumió una distribución normal de las variables. Los DA procedentes de actividades sometidas a intercambio comercial (consumo de energía eléctrica, consumo de gas, consumo de agua, etc.) son datos trazables obtenidos de las facturas emitidas por las empresas proveedoras del suministro, por lo que se consideraron con niveles de incertidumbre aceptable. Aquellos procedentes de los registros internos de seguimiento de procesos o consumos, datos calculados o datos estimados, sobre los que es técnicamente inviable realizar el cálculo de incertidumbre, fueron sometidos al análisis cualitativo; luego se indicó si la incertidumbre era baja, media o alta, y se identificaron las principales fuentes. En relación con los datos de FE procedentes de fuentes fiables o inventarios

CUADRO 2. Evaluación cualitativa de la incertidumbre de los parámetros.

Actividad/factor	Emisiones	Obtención de dato	Fuente del dato	Incertidumbre
Consumo de Gas Natural (GN)		Medición	Facturas proveedor	Baja
FE* de GN (1,95 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	2,146 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Cálculo	Inventario de GEI República Argentina 2012	Despreciable
Consumo de gasoil (GO)		Cálculo	Registro de procesos	Media
FE de GO (2,79 Kg CO <sub>2</sub> /L)	2,942 Kg CO <sub>2</sub> /l <sup>†</sup>	Cálculo	Inventario de GEI República Argentina 2012	Despreciable
Consumo de electricidad (E)		Medición	Facturas proveedor	Baja
FE de E (0,18 Kg CO <sub>2</sub> /kWh)	0,399 Kg CO <sub>2</sub> /kWh	Cálculo	Inventario de GEI República Argentina 2012	Despreciable
Emisiones fugitivas HFCs		Cálculo	Registro de procesos	Media
PCG de HFCs	1,760	Cálculo	IPCC <sup>‡</sup>	Baja
Producción de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)		Estimación	Observación directa / Cálculo volumétrico <sup>10</sup>	Alta
Emisiones por RSU	0,061 Kg CO <sub>2</sub> /kg	Cálculo	SAYDS § 2008 <sup>11</sup>	Baja
Transporte de trabajadores (TT)		Estimación	Encuesta	Alta
Emisiones por TT	Automóvil: 0,16 Kg CO <sub>2</sub> /km Moto: 0,12 Kg CO <sub>2</sub> /km Transporte público: 0,045 Kg CO <sub>2</sub> /km	Cálculo	Calculador Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires <sup>12</sup>	Media
Consumo de agua (CA)		Medición	Facturas	Baja
Emisiones por CA	0,395 Kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Estimación	Oficina Catalana del Canvi Climatic <sup>13</sup>	Alta
Consumo de papel (CP)		Cálculo	Registro de procesos	Media
Emisiones por CP	3,00 Kg CO <sub>2</sub> /kg	Estimación	Estrategia Aragonesa del Cambio Climático y Energías Limpias	Media

\* FE = factor de emisión; † Densidad 840 Kg/m<sup>3</sup>; ‡ IPCC (2013) *Fifth Assessment Report WGI: The Physical Science Basis* (Final Draft, June 2013). Para un horizonte de 100 años; § Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2008

nacionales, se consideró una incertidumbre nula o despreciable (ver Cuadro 2).

Indicador de desempeño: Para poder analizar la evolución de las emisiones a lo largo del tiempo, se estableció el indicador I = huella de carbono/cama.

## RESULTADOS

La huella de carbono del HGAET determinada para 2015 fue de 1526,47 tCO<sub>2</sub>e.

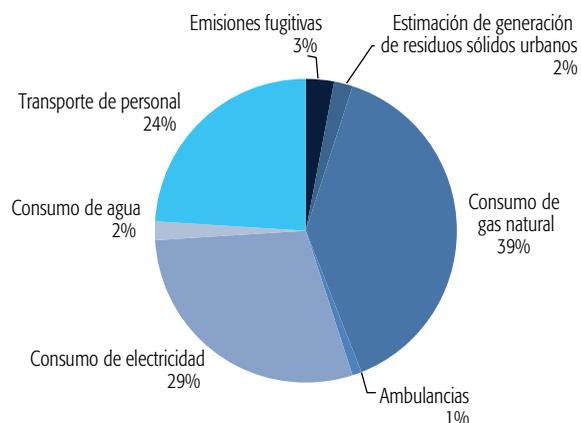
La Tabla 1 resume los valores obtenidos para cada actividad identificada y las emisiones calculadas en términos de tCO<sub>2</sub>e.

En relación con el impacto de las emisiones por alcance, se obtuvieron los siguientes resultados: hubo 657,66 tCO<sub>2</sub>e lanzadas a la atmósfera (43% del total) por emisiones de alcance 1, se registraron 438,39 tCO<sub>2</sub>e (29%) de alcance 2

**TABLA 1.** Actividad por fuente de emisión y su equivalente en CO<sub>2</sub> lanzado a la atmósfera producto de las actividades de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires.

Fuente de emisión	Dato/Actividad	Emisiones (tCO <sub>2</sub> e)
Gas natural	275036 m <sup>3</sup> /año	590,23
Gasoil	650 litros/año	1,91
Gasoil (fuentes móviles)	6000 litros/año	17,65
Gases refrigerantes	27,2 Kg/año	47,87
<b>Total de emisiones, alcance 1</b>		<b>657,66</b>
Consumo de electricidad	1 098 726 kWh	438,39
<b>Total de emisiones, alcance 2</b>		<b>438,39</b>
Consumo de agua	96494 m <sup>3</sup> /año	38,12
Transporte de trabajadores (transporte privado/automóvil)	1295268 Km/año	207,24
Transporte de trabajadores (transporte privado/moto)	123396 Km/año	14,81
Transporte de trabajadores (transporte público)	3068364 Km/año	138,08
Producción de Residuos Sólidos Urbanos	477771 Kg/año	29,29
Consumo de papel	960 Kg/año	2,88
<b>Total de emisiones, alcance 3</b>		<b>430,42</b>
<b>Total de emisiones - Huella de carbono</b>		<b>1526,47</b>

**FIGURA 1.** Distribución por fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> lanzadas a la atmósfera producto de las actividades de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires.



y se estimaron 430,42 (28%) por emisiones de alcance 3.

El estudio reveló que las fuentes de emisión de mayor peso corresponden a consumos energéticos (electricidad y gas natural), seguidos de las emisiones asociadas al desplazamiento del personal. La distribución por fuente se muestra en la Figura 1.

Las emisiones generadas por desplazamiento del personal pueden observarse en la Figura 2.

En 2015 el hospital contaba con 168 camas para la internación, y el indicador de desempeño I<sub>2015</sub> resultó igual a 9,09 tCO<sub>2</sub>e/cama.

## DISCUSIÓN

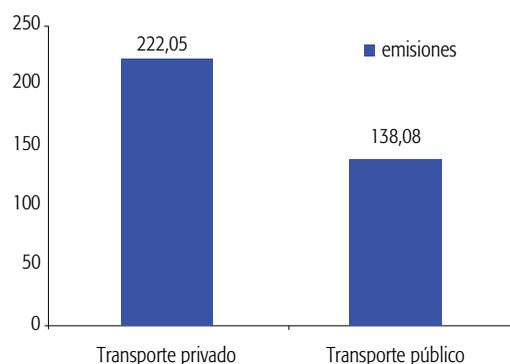
Durante 2015 se generaron en el HGAET emisiones por 1526,47 tCO<sub>2</sub>e (9,09 tCO<sub>2</sub>e/cama). No se hallaron datos locales disponibles que permitieran cotejar los resultados. Estudios similares en otros países muestran valores de emisiones absolutos superiores, pero no informan indicadores por cama que permitan la comparación<sup>14,15</sup>, con excepción de una investigación<sup>16</sup> que consigna 6,36 tCO<sub>2</sub>e/cama. Este valor menor podría deberse a que en ese estudio no están contempladas las emisiones indirectas por desplazamiento de trabajadores.

Los resultados mostraron que el consumo energético soporta el mayor peso en cuanto al total de las emisiones, en concordancia con los datos informados por otras instituciones de salud<sup>16</sup>.

Si bien el enfoque organizacional basado en metodología corporativa resultó ser adecuado para determinar la huella de carbono en una institución de salud, no se observa homogeneidad en la inclusión de emisiones de alcance 3 en estudios similares. Esto podría estar relacionado con la complejidad en la obtención de datos y su cálculo, aunque su exclusión implica una variedad importante de emisiones aguas arriba y aguas abajo, como lo sugiere en este trabajo el peso de las emisiones por desplazamiento de los empleados, que las ubica en tercer lugar por detrás de las emisiones por consumo energético.

Si bien los trabajadores y trabajadoras se desplazan mayoritariamente en transporte público, el mayor peso

**FIGURA 2.** Emisiones por desplazamiento hacia y desde el trabajo de trabajadores y trabajadoras de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires.



en términos de emisión lo soporta el transporte privado. Esto podría estar asociado con el tipo de combustible y con el hábito de ser utilizado por un solo ocupante, lo que constituye un área de oportunidad de mejora.

No se incluyeron emisiones por anestésicos. El  $N_2O$  no se utilizó con fines medicinales durante el período considerado. En cuanto al anestésico sevoflurano, aunque un estudio definió su PCG<sup>17</sup>, no pudo determinarse en este trabajo si existieron (y, dado el caso, en qué medida) emisiones fugitivas lanzadas a la atmósfera por los circuitos cerrados de anestesia.

El activo forestal del HGAET constituye un sumidero natural, pues los árboles fijan el carbono durante la fotosíntesis y almacenan el exceso como biomasa. La presencia de árboles ralentiza la acumulación de  $CO_2$  y desempeña un rol significativo ayudando a reducir los niveles de carbono atmosférico<sup>18</sup>. Pese a contar con un censo actualizado, no fue posible determinar los valores de secuestro de carbono debido a la falta de datos dasométricos y de factores de crecimiento para las especies que conforman este patrimonio natural, ya que la tasa de secuestro de carbono depende de la especie arbórea, variables dasométricas, condiciones de suelo y clima, densidad de la madera y edad del ejemplar<sup>19</sup>.

Las emisiones asociadas al consumo de papel fueron menores al 1%, por lo que podrían quedar excluidas en futuras mediciones conforme a los criterios adoptados. No obstante, debe tenerse en cuenta que la determinación incluyó solamente el consumo de resmas de papel A4.

Los resultados del estudio mostraron la estimación del impacto ambiental generado por el funcionamiento del hospital y su contribución al calentamiento global. Los aportes de cada actividad permitieron identificar las fuentes de emisión de mayor peso como puntos de intervención y áreas de oportunidad para implementar estrategias de reducción, cambios tecnológicos de mayor eficiencia y programas de mitigación y mejora.

El indicador de desempeño permitirá analizar las emisio-

nes a lo largo del tiempo, comparar con otras instituciones de porte similar y medir avances en términos de reducción programada de emisiones.

#### **RELEVANCIA PARA POLÍTICAS E INTERVENCIONES SANITARIAS**

La determinación de la huella de carbono permite conocer el estado de situación inicial y trazar una línea de base relacionada con el impacto ambiental producido por las actividades de una organización. En el área de salud en particular, constituye una valiosa herramienta de gestión para sentar los cimientos de un hospital sostenible como rector de la aplicación de criterios ambientales (eficiencia energética, energías verdes, uso racional del agua, arquitectura y movilidad sostenible, sistemas alimentarios sostenibles, gestión eficiente y adecuada de residuos, compras sostenibles y uso eficiente de bienes y recursos materiales). La identificación de fuentes de emisión y áreas de intervención y oportunidades de mejora servirá para trazar políticas y estrategias de reducción y/o mitigación.

#### **RELEVANCIA PARA LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN SALUD**

La necesidad de minimizar el impacto ambiental generado por el funcionamiento de los establecimientos de atención de la salud y su contribución al calentamiento global requiere contar con metodologías probadas y personal capacitado para diseñar, implementar y mantener prácticas acordes con un hospital sostenible, atendiendo tanto a la utilización eficiente de los recursos como a la aplicación de prácticas ambientalmente sostenibles.

#### **RELEVANCIA PARA LA INVESTIGACIÓN EN SALUD**

Estudios similares al presente, orientados a obtener información sobre el impacto que las actividades de las instituciones de salud tienen sobre el ambiente, permitirán limitar su propia huella climática y mitigar los efectos del calentamiento global.

**DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES: No los hubo durante la realización del estudio.**

**Cómo citar este artículo:** Smith Rodríguez MR, de Titto E. Hospitales sostenibles frente al cambio climático: huella de carbono de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires. *Rev Argent Salud Pública*, 2018; Jul; 9(36):7-13.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- <sup>1</sup> Tommasino H, Foladori G, Taks J. *La crisis ambiental contemporánea*. Cap. 1 en: Pierrri N, Foladori G. *Sustentabilidad*. 2006. [Disponible en: [udelar.edu.uy/retema/wp-content/uploads/sites/30/2013/10/Sustentabilidad.pdf](http://udelar.edu.uy/retema/wp-content/uploads/sites/30/2013/10/Sustentabilidad.pdf)] [Último acceso: 08/15/2018]
- <sup>2</sup> Naciones Unidas. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Nueva York, 1992.
- <sup>3</sup> Naciones Unidas. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Protocolo de Kioto*. 1998. [Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpsan.pdf>] [Último acceso: 03/03/2017]
- <sup>4</sup> UNICEF. *Thirsting for a Future: Water and Children in a Changing Climate*. 2017. [Disponible en: [https://www.unicef.org/publications/index\\_95074.html](https://www.unicef.org/publications/index_95074.html)] [Último acceso: 08/29/2017]
- <sup>5</sup> Leakey R, Lewin R. *La sexta extinción*. 1ra. ed. Barcelona: Tusquets Editores; 1997.
- <sup>6</sup> Naciones Unidas. *Nuestro Futuro Común. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. 1987. [Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>] [Último acceso: 02/03/2017]
- <sup>7</sup> Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (equipo principal de redacción: Pachauri RK, Meyer LA [ed.]). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. IPCC, Ginebra. 2014.
- <sup>8</sup> Pandey D, Agrawal M, Pandey J. Carbon Footprint: Current Methods of Estimation. *Environ Monit Assess*. 2011;178(1-4):135-60. [Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/46289480\\_Carbon\\_Footprint\\_Current\\_Methods\\_of\\_Estimation](https://www.researchgate.net/publication/46289480_Carbon_Footprint_Current_Methods_of_Estimation)] [Último acceso: 04/26/2017]
- <sup>9</sup> ISO 14064-1. *Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero*. 2006.
- <sup>10</sup> Facultad de Ingeniería, CEAMSE. *Estudio de la calidad de los residuos sólidos del Área Metropolitana de Buenos Aires*. 2011. [Disponible en: <http://www.ceamse.gov.ar/wp-content/uploads/2012/06/Tercer-Informe-ECRSU-AMBA1.pdf>] [Último acceso: 03/20/2014]
- <sup>11</sup> Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Argentina. Dirección de Cambio Climático. *La huella de carbono del argentino promedio*. 2008. [Disponible en: HYPERLINK "[http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/030608\\_metodologia\\_huella\\_carbono.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/030608_metodologia_huella_carbono.pdf)"[www.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2015/07/Documento-Base-Cambio-Climatico-1.pdf](http://www.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2015/07/Documento-Base-Cambio-Climatico-1.pdf)] [Último acceso: 04/26/2014]
- <sup>12</sup> Castañiza L, Méndez Signori F, Correa GE, Juárez G, Cáceres C, Smith MR. *Estudio sobre hábitos de transporte del personal de una organización de salud con relación al recorrido laboral*. Estudio no publicado. Buenos Aires. 2015.
- <sup>13</sup> Oficina Catalana del Canvi Climatic. *Càlcul de les emissions de GEH derivades del cicle de l'aigua de les xarxes urbanes a Catalunya*. 2015. [Disponible en: [http://canviclimatic.gencat.cat/web/contenut/home/campanyes\\_i\\_publicacions/publicacions\\_de\\_canvi\\_climatic/Estudis\\_i\\_docs/mitigacio/Aigua\\_i\\_cc/150213\\_Metodologia-de-calcul-emissions-consum-aigua\\_CAT\\_vf.pdf](http://canviclimatic.gencat.cat/web/contenut/home/campanyes_i_publicacions/publicacions_de_canvi_climatic/Estudis_i_docs/mitigacio/Aigua_i_cc/150213_Metodologia-de-calcul-emissions-consum-aigua_CAT_vf.pdf)] [Último acceso: 03/20/2017]
- <sup>14</sup> Hospital Galdako-Usansolo. Informe de gases de efecto invernadero 2015. Barcelona. 2015. [Disponible en: <https://docplayer.es/45228443-Huellade-carbono-informe-de-gases-de-efecto-invernadero.html>] [Último acceso: 09/15/2018]
- <sup>15</sup> Sanitas S.A de Hospitales. *Informe de gases de efecto invernadero*. Madrid. 2014. [Disponible en: <http://www.hospitallazaruela.es/pdf/informe-emisiones-2013.pdf>] [Último acceso: 03/20/2014]
- <sup>16</sup> Bambaren C, Alatrasta M. Impacto ambiental de un hospital público en la ciudad de Lima, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2014;31(4):712-715. [Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v31n4/a15v31n4.pdf>] [Último acceso: 02/28/2017]
- <sup>17</sup> Sulbaek Andersen MP, Sander SP, Nielsen OJ, Wagner DS, Sandord TJ Jr, Wallington TJ. Inhalation Anaesthetics and Climate Change. *Br Jf Anaesth*. 2010; 105(6):760-766.
- <sup>18</sup> Nowak DJ, Crane D. Carbon Storage and Sequestration by Urban Trees in USA. *Environ Pollution*. 2002;116(3):381-389. [Disponible en: [https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2002/ne\\_2002\\_nowak\\_002.pdf](https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2002/ne_2002_nowak_002.pdf)] [Último acceso: 04/26/2017]
- <sup>19</sup> City of San José. *Carbon dioxide (CO2) sequestration calculator*. [Disponible en: [https://www.sanjoseca.gov/DocumentCenter/View/31716 FactSheet%20CO2%20Calculator\\_201406031659312583.pdf](https://www.sanjoseca.gov/DocumentCenter/View/31716 FactSheet%20CO2%20Calculator_201406031659312583.pdf)] [Último acceso: 08/15/2018]



Esta obra está bajo una licencia de *Creative Commons* Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional. Reconocimiento – Permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra. A cambio se debe reconocer y citar al autor original. No comercial – esta obra no puede ser utilizada con finalidades comerciales, a menos que se obtenga el permiso. Compartir igual – Si se realizan obras derivadas deben distribuirse bajo la misma licencia del original.