

DESARROLLO DEL ESCENARIO ENERGÉTICO TENDENCIAL PARA UNA RED DE ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS

Santiago T. Fondoso Ossola¹, Emilia Urteneche¹, Pedro J. Chévez¹, Irene Martini¹

¹Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional de La Plata (UNLP)
Tel. +54-221-423-6587/90 int. 250 - E-mail: santiagofondoso@iipac.laplata-conicet.gov.ar

Recibido 22/08/2022; Aceptado 15/10/2022

RESUMEN.- Los estudios prospectivos tienen como objeto la exploración del futuro a partir del análisis evolutivo de variables de un determinado sistema. A partir de la técnica de escenarios, ciertos trabajos han desarrollado propuestas en diversos campos y escalas. En el área de la planificación urbana, específicamente relacionada al consumo energético y contaminación ambiental, se han abordado estudios en el sector residencial, industrial, transporte, entre otros. Sin embargo, en el sector salud no se encuentran estudios prospectivos abocados al consumo energético. Si bien el Servicio Nacional de Salud, de Inglaterra (NHS, por sus siglas en inglés) expone distintos escenarios, éstos se enfocan en resultados ambientales. El presente trabajo desarrolla una metodología para la elaboración del escenario tendencial de una determinada red de hospitales. Como caso de estudio se utilizó la red provincial de establecimientos hospitalarios de la Micro Región del Gran La Plata (MRGLP), donde se analiza la evolución futura del consumo energético de la misma. A partir de la metodología desarrollada se percibió un aumento notorio en el consumo energético a partir de la implementación de nuevos establecimientos, producto de la demanda de camas en la red adoptada.

Palabras clave: prospectiva, escenarios energéticos, escenario de referencia, sector salud

DEVELOPMENT OF THE ENERGY TREND SCENARIO FOR A HOSPITAL BUILDING NETWORK

ABSTRACT.- The purpose of forecasting studies is to explore the future based on the evolutionary study of the variables of a given system. Based on the scenario technique, some studies have developed proposals in different fields and scales. In the field of urban planning, specifically related to energy consumption and environmental pollution, studies have been carried out in the residential, industrial and transport sectors, among others. However, in the health sector there are no forecasting studies on energy consumption. Although the National Health Service (NHS) in England presents different scenarios, they focus on environmental outcomes. This paper develops a methodology for the development of a trend scenario for a given hospital network. The provincial network of hospitals in the Great La Plata Micro-Region (GLPMR) was used as a case study, where the growth in energy consumption was presented. Based on the methodology developed, a notorious increase in energy consumption was perceived as a result of the implementation of new hospital buildings, as a result of the demand for beds in the adopted network.

Keywords: forecasting, energy scenarios, baseline scenario, health sector

1. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, desde el punto de vista del consumo final de energía, se observa que aproximadamente el 34% corresponde a la edificación construida, abarcando a los sectores residencial y comercial y público (Ministerio de Energía y Minería, 2021). Dentro del sector comercial y público, se incluye el subsector salud. Si bien dicho sector no representa el mayor porcentaje de consumo dentro de la matriz energética nacional, resulta fundamental intervenir en la reducción de la demanda energética ya que el mismo se encuentra compuesto por establecimientos energo-intensivos (Buonomano et al., 2014) al tiempo que brinda un servicio social (Discoli et al., 2021). Asimismo, el subsector salud presenta particularidades que complejizan el diseño de estrategias, tanto para

el mejoramiento del nivel de eficiencia energética como para el aprovechamiento de energías renovables. El subsector salud es afectado por múltiples factores relacionados al comportamiento energético. Estos pueden agruparse en los siguientes enfoques: el productivo-sanitario, el organizacional y financiero, el técnico-construtivo y morfológico, y el territorial.

En este sentido, la prospectiva como herramienta de planificación ha contribuido a distintas organizaciones para anticiparse a diversos temas y disminuir la incertidumbre a la hora de tomar decisiones. En disciplinas orientadas al medio ambiente y el consumo de recursos finitos se ha explorado el futuro con el objetivo de anticiparse a situaciones no deseables. El trabajo de Hubbert (1956) expuso el cenit de la producción mundial del petróleo, estudio que se anticipaba a la

idea de que la economía de distintos países podía variar sustancialmente a partir del agotamiento del mismo. Casi 15 años más tarde el trabajo de Meadows et al. (1972) presenta las limitaciones del sistema tierra atendiendo, sobre todo, a la huella ecológica de los habitantes de cada país. De este modo los autores analizan la cantidad de Tierras necesarias para abastecer la demanda de la población, cuyo valor se ha extralimitado a fines de la década de los 70' (D. Meadows et al., 2012). A fines del siglo XX, Gallopin et al. (1997) propuso 3 escenarios enfocados al comportamiento de la sociedad en general y su relación con el ambiente: "Mundos Convencionales", "Barbarización" y "Grandes Transiciones". A partir del estudio y análisis de 3 esferas generales (sociedad, ambiente y economía), los autores definen un estado actual global y describen las características de comportamiento que conducen a cada uno de los escenarios. En el campo de la arquitectura y la gestión energética, la tesis de Chévez (2017) ofrece un escenario tendencial y alternativos para el sector residencial de la Micro-Región del Gran La Plata (MRGLP). El autor, expone los efectos de distintas estrategias de eficiencia energética (EE) y de aprovechamiento de energías renovables (ER) en el corto, mediano y largo plazo, impulsadas por políticas que favorezcan la aplicación de las mismas. En el caso del subsector salud el trabajo que expone distintos escenarios, tanto para el corto, mediano y largo plazo pertenece al Servicio Nacional de Salud de Inglaterra (NHS, por sus siglas en inglés), que se enfoca en resultados ambientales. El mencionado estudio se origina desde la problemática que presenta la huella de carbono generada por la NHS, la cual sobrepasa la producida por el total de ciertos países denominados de "medio tamaño". Para el año 2010, la NHS emitía aproximadamente 21 MtCO₂e (millones de toneladas equivalentes a dióxido de carbono) (NHS SDU, 2010). Así también, este estudio ha mostrado los distintos objetivos correspondientes a años anteriores y líneas de base en cuanto a cantidad de gases de efecto invernadero (GEI). Finalmente, el trabajo permite vislumbrar escenarios alternativos a partir de la implementación de medidas, donde se pueden observar el ahorro en GEI y en libras (£). Los efectos que mayor impacto mostraron en este trabajo son la instalación de cogeneración de calor y electricidad en centros de agudos, y la campaña de sensibilización sobre la energía.

Si bien el reciente estudio se aboca al subsector salud, se ha buscado resolver específicamente la problemática ambiental que atraviesa el NHS. A partir de la técnica de escenarios energéticos aplicada al subsector salud, podría determinarse el consumo tendencial de una determinada red de establecimientos sanitarios, así como los escenarios alternativos que incluyen la aplicación de estrategias, tanto de EE como de ER. En consecuencia, el presente

trabajo pretende desarrollar la tendencia del consumo energético de una determinada red de establecimientos hospitalarios, con el objeto de establecer la evolución del consumo de distintas fuentes energéticas en el corto, mediano y largo plazo. Como caso de estudio se toma la red de establecimientos hospitalarios provinciales de la MRGLP.

2. METODOLOGÍA

La metodología propuesta se incluye dentro de una de las etapas para la construcción de escenarios, las cuales pueden reconocerse de la siguiente manera: la construcción del año base, el desarrollo de escenarios (tendencial y alternativos), la comparación de escenarios y la determinación de escenarios viables. La primera etapa consiste en establecer la información completa de las variables de interés del sistema en estudio, para un determinado año. Posteriormente, en la etapa construcción de escenarios, se establecen las posibles evoluciones de valores incidentes en el mencionado sistema. Asimismo, esta instancia se divide en dos: la construcción del escenario de "referencia" (tendencial) y la construcción de escenarios "alternativos" (eficientes). El primero examina la evolución probable de las variables en ausencia de nuevas políticas, mientras que los segundos proponen cambios en las mismas a partir de la implementación de estrategias. En la siguiente etapa, la comparación de escenarios corresponde a la instancia de análisis y evaluación de propuestas generadas en cada escenario. Finalmente, se pretende determinar el más viable, alcanzando una etapa conclusiva. A partir de la evaluación y el análisis en la etapa anterior, se advierten los contrastes entre las alternativas formuladas. De este modo, podrán desarrollarse hipótesis y teorías que apoyen y fundamenten la adopción de diversas estrategias.

El presente estudio se abocará a la resolución del escenario tendencial, por lo tanto, se presume el completamiento del año base, donde se ha caracterizado una determinada red de establecimientos hospitalarios. De esta manera, se cuenta con los valores de camas disponibles, tipología sanitaria (especialización e influencia en la región de cada establecimiento), superficie construida y consumos anuales de gas natural y energía eléctrica.

Para el desarrollo del escenario tendencial se propone ejecutar los siguientes pasos: la obtención del valor camas por habitante; la proyección de la demanda de camas; y el cálculo de los consumos energéticos netos tendenciales. La Tabla 1 expone los niveles de análisis, las variables y los valores correspondientes a cada etapa propuesta.

Tabla 1: Variables y valores de cada etapa

Etapa	Nivel de análisis	Variable	Valor
1. Obtención del valor cama por habitante	Nacional (N ₂)	Productivo - sanitaria	Camas / hab.
		Socio - económico	Contexto (camas disp.)
		Sanitario	
	Provincial (N ₁)	Productivo - sanitaria	Camas disponibles
		Socio - demográfica	Habitantes
2. Proyección de la demanda de camas	Provincial (N ₁)	Socio - demográfica	Habitantes proy.
			Camas disp. proy.
	Regional (N ₃)	Productivo - sanitaria	Camas disponibles
3. Cálculo de los consumos netos tendenciales	Regional (N ₃)	Productivo - sanitaria	Camas disp. proy.
	Edificia (N ₁)	Energéticas	Consumo de e. eléctrica
			Consumo de gas natural
		Productivo - sanitaria	Tipología sanitaria
		Camas disponibles	
	Morfológica	Superficie construida	

2.1. Obtención del valor camas por habitante

Para realizar una proyección del consumo energético de la red hospitalaria adoptada, se extrapolan aquellas variables con mayor correlación con el consumo energético de los establecimientos que componen la red. Este es el caso de las camas disponibles (González González et al. 2018), las cuales se definen como aquellas realmente instaladas en un establecimiento en condiciones de uso para atención de los pacientes internados, independientemente que estén ocupadas o no (Ministerio Nacional de Salud y Ambiente, 2005). Asimismo, la cantidad de población de una determinada zona es la que regula la demanda de camas, por lo que también se debe contar con este dato. Para efectuar extrapolaciones a largo plazo deben encontrarse con la mayor cantidad de datos posibles desde el pasado más alejado (Medina Vásquez y Ortegón, 2006). De esta manera pueden establecerse tendencias pesadas y emergentes. Las primeras se definen como aquellos hechos con poca probabilidad de cambios sustanciales, mientras que los emergentes presentan cambios vertiginosos en períodos cortos de tiempo. En cuanto a la recolección de datos, como el servicio de salud actúa en forma de red, debe considerarse la proyección de datos desde la escala influyente, es decir, si la red adoptada mantiene una gestión de nivel provincial, los datos deben provenir de dicha escala.

Una vez obtenidos los valores de camas por persona, valor expresado en [camas/1000 hab.] en su escala correspondiente, se analiza el contexto socio-económico y productivo-sanitario, de modo que puedan realizarse interpretaciones sobre la posible proyección de datos. Así también, deben analizarse los datos en base al mencionado contexto y acoplar una función matemática con mayor ajuste y que represente de mejor manera la interpretación realizada. De este modo, se obtendrá una proyección de la política productivo-sanitaria en base a las estimaciones de camas por habitantes en el corto, mediano y largo plazo.

2.2 Proyección de la demanda de camas

Posteriormente, se determina la demanda de camas para la red de establecimientos adoptada, tanto para el año base (presente), como para el futuro. A partir de los valores demográficos de proyección a nivel provincial y de los valores de camas por habitantes, se estiman las camas totales por provincia. Asimismo, al

contar con la cantidad de camas disponibles de la red de establecimientos adoptada, se obtiene la participación de la misma dentro de las camas provinciales. De esta manera, si se considera dicha participación constante, se aplica la mencionada relación obteniendo la proyección de la demanda de camas a nivel de red.

2.3. Cálculo de los consumos netos tendenciales

Para obtener la proyección del consumo energético en la red de establecimientos adoptada se analizan los establecimientos de la mencionada red. Cada uno de ellos presentan valores de camas disponibles y consumo energéticos discriminados por fuentes. En consecuencia, se obtiene un valor de consumo por cama expresado en [TEP/cama*año], el cual se considera como un indicador de eficiencia energética. Cabe señalar que se opta por trabajar con la unidad de medida [TEP] para que las cifras correspondientes a energía no resulten demasiado extensas (1 TEP = 11.630 kWh). Considerando la ausencia de nuevas políticas que permitan reducir el mencionado indicador, el mismo permanece constante variando únicamente el número de camas disponibles. En este punto se introducen otras variables además de la energético-ambiental, tal es el caso de la tipología sanitaria y superficie construida, lo cual permite formular nuevas hipótesis una vez obtenidos los resultados finales.

Así también, es necesario reconocer de qué manera se incorporan camas en cada establecimiento. Aquí la investigación trasciende a la disciplina de las ciencias territoriales, donde debe tenerse en cuenta el posible crecimiento de la ciudad. Desde el enfoque morfológico, la ciudad compacta se basa en la proximidad para ahorrar materia y energía, reducir las distancias a los servicios urbanos, pero implica una provisión más intrincada. Mientras que la ciudad difusa se basa en el desarrollo de las comunicaciones y tecnologías que permiten economías deslocalizadas (Sanabria y Ramírez, 2017). En este sentido, el presente estudio presume un crecimiento del primer modelo. El trabajo de Carrillo (2012) sugiere la ampliación de establecimientos existentes por sobre la incorporación de pequeños establecimientos sanitarios, debido a que este último modelo resulta antieconómico. Asimismo, el autor señala que los establecimientos pueden incorporar áreas funcionales (30 camas) en el área de internación sin alterar el crecimiento de otras áreas funcionales hasta las 120 camas (ver figura 1). Para este estudio se estima que todos los establecimientos

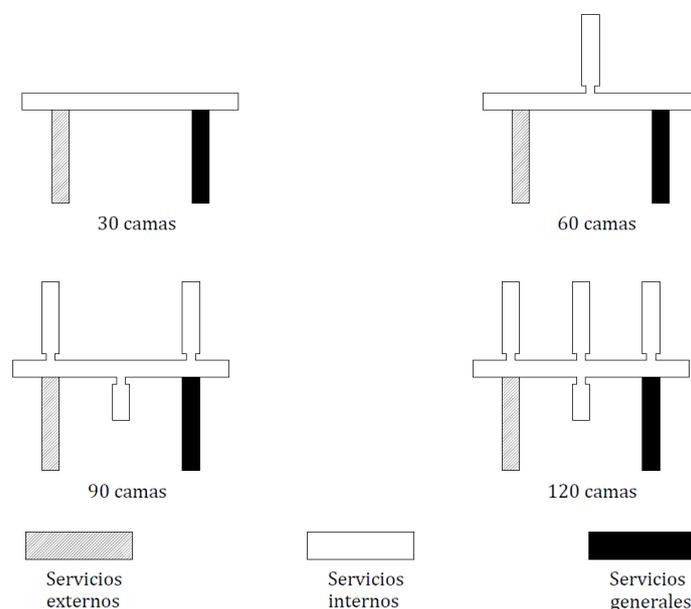


Fig. 1: Esquema del crecimiento de un establecimiento hospitalario. Extraído de (Carrillo, 2012)

se saturan al incorporar 120 camas, ya que, al superar este valor se deberá tener en cuenta el crecimiento de otras áreas hospitalarias, lo cual complejizaría aún más la proyección.

A partir de la tasa de crecimiento de la demanda de camas a nivel de red, se proyectan las camas disponibles de cada establecimiento aplicando dicha variación. Cabe aclarar que la proyección de nuevas camas disponibles debe llegar al valor de las 30 camas adicionales para la instalación de un nuevo local, de otro modo el valor de camas se mantendrá constante hasta que la proyección alcance dicho umbral.

Una vez obtenida la proyección del valor de camas instaladas por cada establecimiento, para el corto, mediano y largo plazo, se obtiene el consumo total multiplicando las mencionadas camas con el valor de consumo por cama. Asimismo, se obtiene la discriminación de cada fuente energética considerando que la participación de la misma se mantendrá constante en el futuro. Realizando la sumatoria de consumos por cada período, entre los distintos establecimientos que compone la red, se obtiene el consumo tendencial a nivel de red.

3. RESULTADOS

Como caso de estudio se utiliza la red hospitalaria provincial de la Micro-Región del Gran La Plata (MRGLP) (ver figura 2), la cual se compone por los partidos de Berisso, Ensenada y La Plata, provincia de Buenos Aires. La misma pertenece a la zona bioclimática III, caracterizada como templada cálida, y a la subzona IIIb, donde se tiene que las amplitudes térmicas durante todo el año son pequeñas (Instituto Argentino de Normalización y Certificación, 2011). En cuanto su organización político-institucional, la red de hospitales en estudio, se ubica en la Región Sanitaria XI dentro de la provincia de Buenos Aires, una de las áreas con mayor número de establecimientos sanitarios (Ministerio Provincial de Salud, 2020).

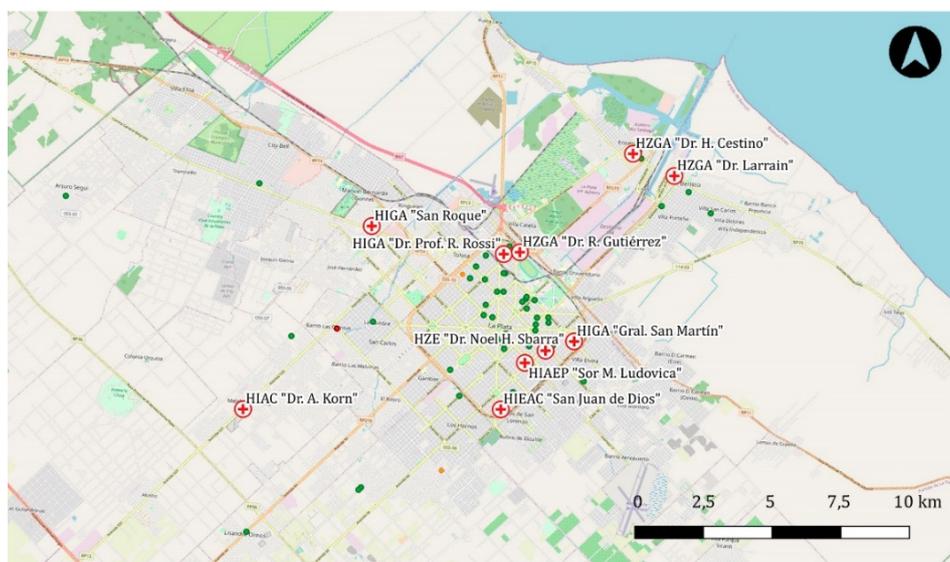
3.1. Obtención del valor camas por habitante

En primer lugar, se obtuvieron los datos de camas por habitante desde 1960. A partir de los datos del Banco Mundial (2017) y del Ministerio de Salud y Acción Social (1995) se adquirieron datos correspondientes a los años: 1960, 1970, 1980, 1990, 1993, 1995, 1996, 2000, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 y 2017.

Para la información correspondientes a la provincia de Buenos Aires, se recolectaron datos demográficos y de camas disponibles totales. La cantidad de habitantes fue determinada a partir de los datos brindados por la Dirección Provincial de Estadística de la provincia de Buenos Aires (2015) y por el Banco Mundial (2017), mientras que, para determinar el número de camas totales se utilizaron los valores publicados en el sitio web del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires (Ministerio Provincial de Salud, 2020). Estos valores permitieron establecer el valor de camas/1000 hab., correspondiente al período 2011-2020. Para establecer valores de años anteriores se utilizó el proporcional de camas disponibles pertenecientes al sector público de la provincia de Buenos Aires, cuyo valor es del 20,7% del total de camas disponibles del país (Ministerio de Salud y Acción Social, 1995).

Para el caso de estudio se detectaron 4 períodos diferenciados por su contexto productivo-sanitario y socio-económico: 1960-1990, 1990-2000, 2000-2010 y 2010-2020. El presente trabajo no tiene lugar para la explicación detallada de cada uno, pero se expone brevemente las características que influyen en el valor camas por habitante.

El período 1960-1990 se presenta como aquel donde se producen cambios políticos en el sector salud a nivel nacional (Dal Bo, 2001), lo cual generó una reorganización administrativa a gran escala. Este efecto produjo una disminución exponencial en el valor camas por persona. Asimismo, este período presenta altos valores a principio de los años 60' debido a las antiguas



Leyenda

- ⊕ Establecimientos hospitalarios relevados (provinciales) [10]
- Establecimientos hospitalarios privados [50]
- Establecimientos hospitalarios del servicio penitenciario provincial [2]
- Establecimientos hospitalarios provinciales no relevados [2]

Fig. 2. Establecimientos hospitalarios provinciales pertenecientes a la MRGLP

concepciones respecto al área de internación, vinculadas a pandemias originadas a mediados y a principios del siglo XX. El período 1990-2000 se vincula con un cambio de modelo económico, donde se observa un leve crecimiento en los primeros 5 años, pero se produce una abrupta caída del valor de camas por personas en 1996, la cual puede explicarse a partir de la desregulación estatal, favoreciendo al sector privado (Tafari, 1997). El período 2000-2010 se concibe como un período de reestatización de varios sectores, entre ellos el sanitario. Aquí puede observarse una pendiente positiva, lo cual podría interpretarse como la ampliación de la oferta del mencionado servicio. En esta década diversos hospitales públicos comienzan a ampliarse y a llevarse a cabo planes para la construcción de nuevos centros de atención primaria. Finalmente, en el período 2010-2020 se observa un descenso de camas por habitante, lo cual podría ser consecuencia del mejoramiento del nivel de eficiencia de otras áreas hospitalarias, como la de diagnóstico y tratamiento ambulatorio (Coccagna et al., 2018).

Una vez realizado el análisis socio-económico y productivo-sanitario, se incluyó una función exponencial igual a $y=1006398865,5519 \cdot \text{EXP}(-0,0101283664 \cdot x)$. Tanto los valores a nivel nacional como en la provincia de Buenos Aires pueden observarse en la figura 3.

3.2. Proyección de la demanda de camas

Ya que los datos demográficos de la provincia de Buenos Aires presentan un crecimiento prácticamente lineal, se realizó una extrapolación de datos hasta el año 2050 mediante la siguiente función $y=172632,57 \cdot x - 331270666,34$ (ver figura 4). Los datos para realizar dicha operación se obtuvieron del Banco Mundial (2017) y de Dirección Provincial de Estadística de la provincia de Buenos Aires (2015).

De esta manera, se tiene valores de camas por habitantes igual a 1,25, 1,18, 1,13, 1,07, 1,02 y 0,97 camas/1000 hab. para los años 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 y 2050, respectivamente. En cuanto a la red provincial de establecimientos hospitalarios de la MRGLP, para el año 2018 (año base) se cuenta con 1891 camas disponibles, equivalentes a un 15,5% de la demanda provincial. De este modo se obtiene para los años 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 y 2050 una demanda de camas, por parte de la red, de 2291, 2523, 2774, 3044, 3334 y 3646, respectivamente.

3.3. Cálculo de los consumos netos tendenciales

La caracterización de los establecimientos correspondientes a la red en estudio puede observarse en la Tabla 2. Para determinar la tipología sanitaria de cada hospital se utilizó la nomenclatura

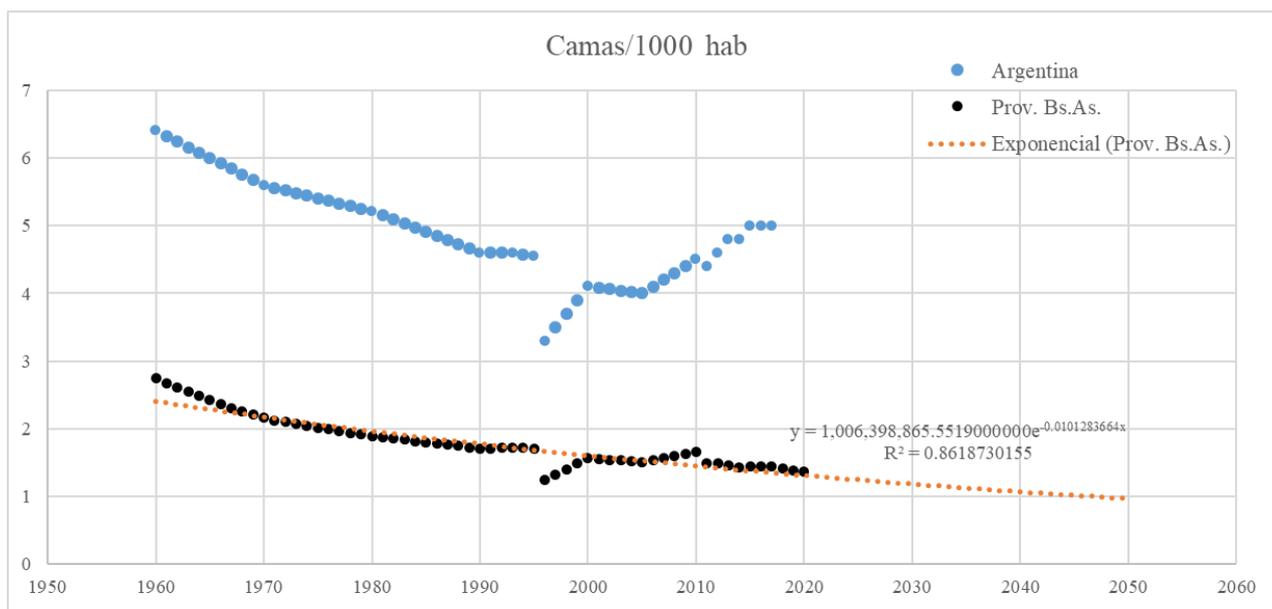


Fig. 3: Camas por habitantes a nivel nacional y en la provincia de Buenos Aires

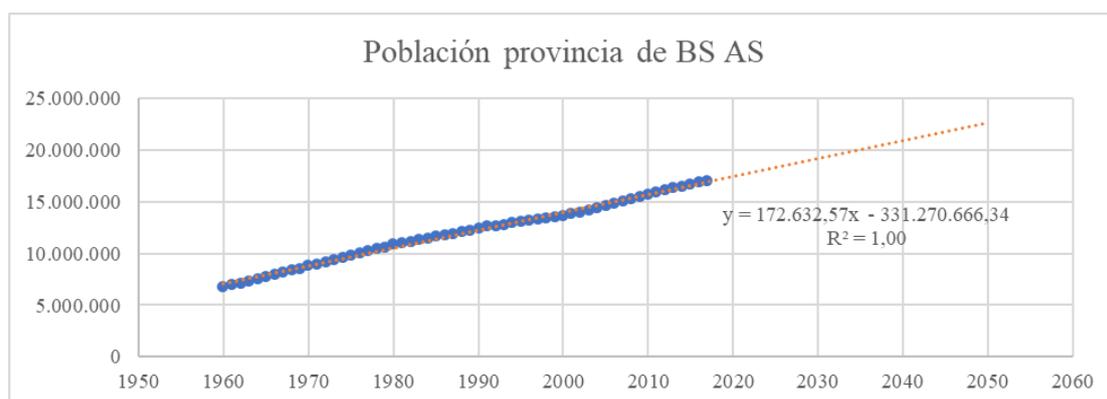


Fig. 4: Proyección de habitantes para la provincia de Buenos Aires

Tabla 2: Caracterización de establecimientos hospitalarios provinciales pertenecientes a la MRGLP

Establecimientos hospitalarios	Tipología sanitaria (SIISA, 2010)	Camas disponibles	Superficie Construida [m2]	Cons. Eléctrico [TEP/año]	Cons. Gas natural [TEP/año]	Consumo total [TEP/año]	Consumo/cama [TEP/año]
HIA C "Dr. Alejandro Kom"	ESCIESM	644	42943,41	143,394	719,354	862,748	1,340
HIGA "Gral. San Martín"	ESCIG	324	38069,96	373,821	493,217	867,038	2,676
HIA EP "Sor María Ludovica"	ESCIEEM	264	30123,50	347,154	255,846	603,000	2,284
HIAAC "San Juan de Dios"	ESCIG	110	19988,95	88,733	96,103	184,835	1,680
HIGA "Dr. Prof. Rodolfo Rossi"	ESCIG	104	11863,33	99,900	154,194	254,094	2,443
HIGA "San Roque"	ESCIG	148	11126,51	101,281	135,303	236,584	1,599
HZGA "Dr. Ricardo Gutiérrez"	ESCIG	95	6776,88	41,685	61,022	102,707	1,081
HZGA "Dr. Larrain"	ESCIEP	78	5301,13	43,050	60,418	103,468	1,327
HZE "Dr. Noel H. Sbarra"	ESCIG	83	4687,88	24,380	17,924	42,304	0,510
HZGA "Horacio Cestino"	-	41	3764,58	35,185	37,217	72,402	1,766
Total	-	1891	174646	1299	2031	3329	-
Promedio		189,1	17464,61	129,858	203,060	332,918	1,671

Tabla 3: Caracterización de hospitales a incorporar para la cobertura de camas demandadas

Establecimientos hospitalarios para la cobertura de camas demandadas	Camas disponibles	Consumo / cama [TEP/año*cama]	Participación del consumo de la e. eléctrica	Participación del consumo del gas natural
H1	120	1,671	0,4	0,6
H2	120			
H3	90			
H4	90			
H5	90			
H6	90			
H7	90			

Tabla 4: Proyección de camas disponibles en la red en estudio

Establecimientos	Camas	2018 (año)	T. C. (%)	2025				2030				2035				2040				2045				2050															
				Proy.	Um.	Final	Crec.	Proy.	Um.	Final	Crec.	Proy.	Um.	Final	Crec.	Proy.	Um.	Final	Crec.	Proy.	Um.	Final	Crec.	Proy.	Um.	Final	Crec.												
HIGA "Dr. Prof. Rodolfo Rossi"	104	104	1,211	126	134	104	1,102	139	134	134	1,099	153	164	134	1,097	167	164	164	1,095	183	194	164	1,094	201	194	194	194												
HIGA "Gral. San Martín"	324	324		392	354	354		432	414	414		475	444	444		Saturó	444			Saturó	444			Saturó	444			444											
HIAC "Dr. Alejandro Kom"	644	644		780	674	764		Saturó	764			764																											
HZE "Dr. Noel H. Sbarra"	83	83		101	113	83		111	113	83		122	113	113		134	143	113		146	143	143		160	173	143		143											
HZGA "Dr. Larrain"	78	78		94	108	78		104	108	78		114	108	108		126	138	108		138	168	138		150	198	138		138											
HZGA "Horacio Cestino"	41	41		50	71	41		55	71	41		60	71	41		66	71	41		72	71	71		79	101	71		71											
HIGA "San Roque"	148	148		179	178	178		197	208	178		217	208	208		238	238	238		261	268	238		285	268	268		268											
HZGA "Dr. Ricardo Gutiérrez"	95	95		115	125	95		127	125	125		139	155	125		153	155	125		167	155	155		183	185	155		155											
HIAEP "Sor María Ludovica"	264	264		320	294	294		352	324	324		387	354	384		Saturó	384			Saturó	384			Saturó	384			384											
HIEAC "San Juan de Dios"	110	110		133	140	110		147	140	140		161	170	140		177	170	170		194	230	170		212	230	230		230											
Proy. de camas demandadas (red actual)	-	1891		2291				2523				2774				3044				3334				3646															
Proyección de camas disp. (red actual)	-	0		2101				2281				2461				2551				2671				2791															
H1	120	-		120				132				150				120				145				150				150											
H2	120	-		120				132				150				120				145				150				150											
H3	90	-		-				90				99				120				90				109				120				90							
H4	90	-		-				90				99				120				90				109				120				90							
H5	90	-		-				-				-				90				99				120				90											
H6	90	-		-				-				-				-				-				90				98				120				90			
H7	90	-		-				-				-				-				-				90				98				120				90			
Subtotal (hospitales agregados)	0	-		240				420				510				570				750				870															
Proy. camas disp. (r. actual + hosp. n.)	1891	-		2341				2701				2971				3121				3421				3661															

del SIISA (2010), donde las siglas determinan la especialización y la influencia en la región. La superficie construida se obtuvo a partir del análisis de la planimetría otorgada por el Departamento de Infraestructura del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Tanto los datos correspondientes a camas disponibles como los de consumos energéticos de los establecimientos en estudio, se obtuvieron a través de la lectura de medidores y de los datos publicados en el sitio web del Ministerio de Salud de la provincia de Buenos Aires (Ministerio Provincial de Salud, 2020).

Debido a que la demanda de camas proyectada para la red hospitalaria adoptada supera a la proyección de camas disponibles (finales), se ha estimado una ampliación de la red a partir de la incorporación de nuevos establecimientos. Se propone que la penetración de los mismos en el sistema se genere cuando la proyección de camas disponibles resulte menor que las demandadas.

De este modo, se cuantifica el consumo energético de nuevos establecimientos, los cuales mantienen el consumo por cama y una distribución de las fuentes energéticas igual al promedio de los establecimientos existentes (ver Tabla 3).

En la Tabla 4 se expone la proyección de camas disponibles para cada establecimiento. Las celdas en gris oscuro representan el valor de camas saturadas, el cual se mantiene constante hasta el año 2050, mientras que las celdas en gris claro representan el umbral que deben superar los establecimientos para la incorporación de un nuevo local (30 camas).

Posteriormente se obtuvieron las proyecciones por cada hospital, estableciendo para cada período la cantidad de gas natural y energía eléctrica consumida (ver figura 5). Realizando la sumatoria de cada establecimiento se obtuvieron las proyecciones de consumo

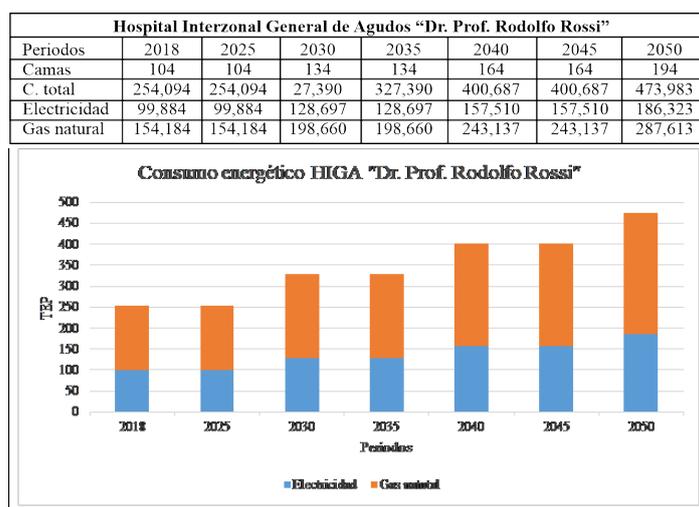


Fig. 5: Ejemplo de evolución del consumo energético en un hospital perteneciente a la red analizada

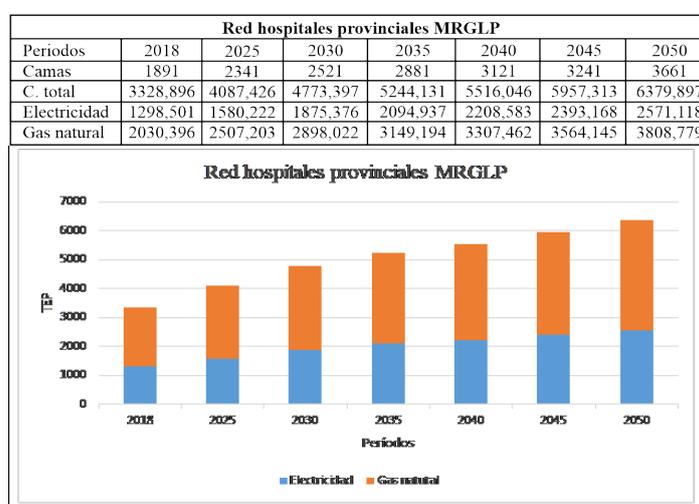


Fig. 6: Evolución del consumo energético de la red de hospitales provinciales de la MRGLP

para la red analizada (ver figura 6). De este modo, se obtuvo, para esta última, un consumo de 3.328,896 TEP para el año base (2018), para el corto plazo (2030) un consumo de 4.773,397 TEP, para el mediano plazo (2040) un consumo de 5.516,046 TEP, y para el largo plazo (2050) un consumo total de 6.379,897 TEP.

4. DISCUSIÓN

En función de lo expuesto, puede apreciarse que el valor de camas por habitante, tanto a nivel nacional como en la provincia de Buenos Aires presenta una disminución gradual. En la mencionada provincia se observan que los valores van de 2,74 camas/1000 hab. (1960) a 0,96 camas/1000 hab. (2050). En este sentido, debido a que los datos de camas por habitantes fueron obtenidos a partir de bibliografía y repositorios de datos pertinentes, no se tiene una explicación concreta de tal variación en el tiempo, sino que la tendencia generada fue interpretada por el estudio paralelo del contexto productivo-sanitario y socio-económico. De este modo, se estableció en forma coherente una extrapolación hasta el año 2050.

Los resultados de la demanda de camas totales, muestran que, en la red de hospitales provinciales de la MRGLP las mismas aumentan gradualmente, a pesar de que el valor camas por habitantes disminuye. Este efecto se explica desde el continuo aumento

de la población. El crecimiento lineal de habitantes en la provincia de Buenos Aires genera una mayor demanda de camas en las distintas redes de hospitales que componen el sector público.

En cuanto a los establecimientos de la red adoptada, los mismos presentan distinta influencia dentro de la MRGLP, lo cual genera una inmediata saturación de los que mantienen mayor cantidad de camas relativas en el año base. Como consecuencia se obtiene un amplio margen entre las camas demandadas y las camas disponibles, en los distintos periodos temporales. Para cubrir dicha diferencia resultó necesario incorporar nuevos establecimientos en distintos periodos temporales. Los mismos mantuvieron como índice de eficiencia energética un valor promedio de los hospitales existentes.

También se identificaron diferencias en ciertos establecimientos respecto al consumo de sus fuentes energéticas. El Hospital Interzonal de Agudos y Crónicos (HIAC) "Dr. Alejandro Korn" presenta un alto consumo energético, al mismo tiempo que presenta una participación del consumo en gas natural mayor al 60%. Aun así, este establecimiento presenta un valor de consumo por cama por debajo del promedio (ver Tabla 2), mientras que el Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) "Dr. Prof. Rodolfo Rossi", el HIGA "Gral. San Martín" y el Hospital Interzonal de Agudos Especializado en Pediatría (HIAEP) "Sor María Ludovica" lo supe-

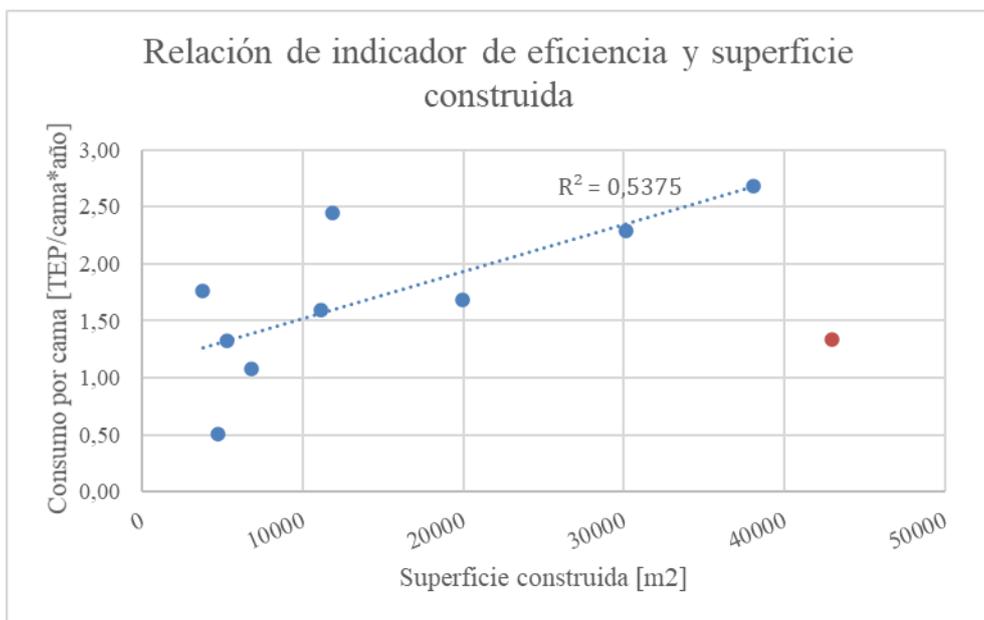


Fig. 7: Relación entre el consumo por camas y la cantidad de superficie construida en establecimientos hospitalarios

ran ampliamente. En cambio, establecimientos menores en tamaño, como el Hospital Zonal Especializado (HZE) “Dr. Noel Sbarra”, presentan un valor bajo respecto al consumo por cama. En este sentido, entendiendo que los establecimientos analizados presentan un mismo nivel de mantenimiento (Urteneche et al., 2022), el aumento o la disminución del mencionado indicador podría asociarse al tamaño de los hospitales con la excepción de aquellos crónicos y especializados en salud mental (ESCIESM) (ver figura 7).

5. CONCLUSIONES

Ante la necesidad de abordar el problema energético-ambiental y social que presentan los establecimientos hospitalarios, se desarrolló una metodología que permitió establecer el consumo tendencial de establecimientos pertenecientes a una misma red sanitaria. Para este trabajo se utilizó como caso de estudio la red de establecimientos hospitalarios provinciales pertenecientes a la MRGLP. Asimismo, la metodología permitió determinar el consumo de la red adoptada identificando las fuentes energéticas consumidas en distintos períodos temporales.

Si bien la bibliografía consultada indica que los valores correspondientes a camas por habitantes tienden a disminuir año a año, la población mantiene un constante crecimiento. Por lo tanto, se ha establecido que las demandas de camas disponibles totales aumentan en cada establecimiento de acuerdo al crecimiento de la ciudad.

La utilización de la cama disponible, como dato proyectable en el tiempo y como variable vinculada directamente al consumo energético, otorgó un indicador de eficiencia energética por establecimiento hospitalario, expresado en [TEP/año*cama]. Al no contar con suficientes datos en el pasado que permitan observar cómo podría variar el mencionado indicador en el tiempo, se optó por mantener de forma constante el correspondiente al año base (2018). Asimismo, ello presume la ausencia de nuevas políticas, lo cual resulta útil para continuar con el siguiente paso en la técnica de escenarios: la construcción de escenarios alternativos. A partir de esta etapa podrán realizarse propuestas que tiendan a disminuir el valor consumo por cama, manteniendo niveles de confort adecuado, para luego elaborar otras orientadas a la sustitución de fuentes convencionales por renovables.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Prof. Franco Hazeldine, quien colaboró en la extrapolación de datos a partir de la conceptualización de funciones matemáticas aplicadas al caso de estudio.

REFERENCIAS

- Banco Mundial. (2017). *Camas hospitalarias (por cada 1.000 personas) - Argentina*. Banco Mundial Web Page. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SH.MED.BEDS.ZS?locations=AR>
- Buonomano, A., Calise, F., Ferruzzi, G., & Palombo, A. (2014). Dynamic energy performance analysis: Case study for energy efficiency retrofits of hospital buildings. *Energy*, 78, 555–572. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.10.042>
- Carrillo, R. (2012). Teoría del Hospital. In Biblioteca Nacional (Ed.), *Teoría del Hospital* (1a ed.). Ministerio de Salud de la Nación.
- Chévez, P. J. (2017). *Construcción de escenarios urbanos-energéticos a partir de la implementación de estrategias de eficiencia energética y energías renovables en el sector residencial*. Universidad Nacional de Salta.
- Coccagna, M., Cesari, S., Valdiserri, P., Romio, P., & Mazzacane, S. (2018). Impact of morphological and functional features on hospitals' energy consumption: A comparative analysis of six case studies. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, 14, 212–225.
- Dal Bo, L. A. (2001). Reforma Hospitalaria. *Rev HPC*, 4(1), 87–91. <https://www.hpc.org.ar/category/revistas/volumen-4/>
- Dirección Provincial de Estadística de la provincia de Buenos Aires. (2015). *Estudios de Población de la provincia de Buenos Aires*.
- Discoli, C. A., Martini, I., & Barbero, D. A. (2021). *Quality of Life in Relation to Urban Areas and Sustainability. Application Case: City of La Plata, Buenos Aires, Argentina*, 353–370. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50540-0_18
- Gallopin, G. C., Hammond, A., Raskin, P., & Swart, R. J. (1997). *Branch Points: Global Scenarios and Human Choice*.
- González González, A., García-Sanz-Calcedo, J., & Salgado, D. R. (2018). A quantitative analysis of final energy consumption in hospitals in Spain. *Sustainable Cities and Society*, 36, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.029>

- Hubbert, M. K. (1956). Nuclear Energy and the Fossil Fuels. *Shell Development Company. Exploration and Production Research Division*, 95.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2011). *IRAM 11603/11. Acondicionamiento Térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). *Los Límites del Crecimiento (M. S. Loaeza de Graue (ed.); 1° ed.)*. Fondo de Cultura Económica.
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2012). *The limits to growth: The 30-Year Update* (Prisa Ediciones (ed.); Edición 20). Aguilar, Altea, Taurus, Afaguara S.A. de Ediciones, 2012.
- Medina Vásquez, J., & Ortegón, E. (2006). Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. In *Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social*. <http://www.eclac.cl/ilpes/publicaciones/xml/3/27693/manual51.pdf>
- Ministerio de Energía y Minería. (2021). *Balances Energéticos Argentina*. <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>
- Ministerio de Salud y Acción Social. (1995). *Guía de Establecimientos Asistenciales de la República Argentina*.
- Ministerio Nacional de Salud y Ambiente. (2005). *Guía para la Elaboración de Indicadores Seleccionados*.
- Ministerio Provincial de Salud. (2020). *Información en Salud. Recursos/Servicios*. <https://www.ms.gba.gov.ar/sitios/infoen-salud/estadistica/recursos-y-servicios-de-salud/>
- NHS SDU. (2010). NHS carbon reduction strategy | NHS Requirements. In *Saving Carbon, Improving Health*. <http://www.sduhealth.org.uk/policy-strategy/engagement-resources/nhs-carbon-reduction-strategy-2009.aspx>
- Sanabria, T. H., & Ramírez, J. F. (2017). Ciudad compacta vs. ciudad difusa Ecos antiguos y recientes para las políticas de planeación territorial y espacial. *Cuaderno Urbano*, 22(22), 29–52. https://www.researchgate.net/publication/320504274_Ciudad_compacta_vs_ciudad_difusa_Ecos_antiguos_y_recientes_para_las_politicas_de_planeacion_territorial_y_espacial
- SIISA. (2010). *Codificación Federal de Establecimientos de Salud*. https://sisa.msal.gov.ar/sisadoc/docs/050101/refes_codificacion.jsp
- Tafari, R. (1997). *Reforma al Sector Salud en Argentina*.
- Urteche, E., Fondoso-Ossola, S. T., Martini, I., Barbero, D. A., & Alberto Discoli, C. (2022). Metodología para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia en el sector salud. *Estoa*, 11(21), 141–153. <https://doi.org/10.18537/est.v011.n021.a12>