ASADES

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente - AVERMA
Vol. 29, pp. 198-209, 2025, ISSN 2796-8111

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES: ADAPTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ETIQUETADO PARA SU APLICACIÓN AL SECTOR SALUD

Micaela Seltzer, Dante Andrés Barbero, Irene Martini
Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata (FAU - UNLP)
Calle 47 N°162, La Plata, CP 1900, Buenos Aires
Tel: +54-221-423-6587/90 int. 250
E-mail: micaelaseltzer@iipac.laplata-conicet.gob.ar

RESUMEN: La evaluación de eficiencia energética en edificios de salud requiere herramientas de diagnóstico específicas que contemplen sus particularidades funcionales y operativas. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo analizar un sistema actualmente aplicado al etiquetado energético de edificios residenciales, identificando sus limitaciones y potencialidades con el fin de evaluar su viabilidad de adaptación a edificios de salud, específicamente sobre la demanda de climatización. Como metodología se propone realizar un análisis exploratorio que permita identificar pautas específicas para el relevamiento de datos que permitan calcular el requerimiento energético de dichos edificios, las cuales se organizan en base a cada área hospitalaria que lo compone. Como caso de aplicación de estas pautas, se realizó un relevamiento de datos de una habitación típica del área de internación, tomando como referencia las exigencias mínimas requeridas por las normativas nacionales vigentes. A partir de esta información, se determina un valor teórico del requerimiento energético para calefacción y refrigeración de 1710 kWh/m² anual, y se establecen posibles rangos de categorización de la "A" a la "G" dentro del sistema de etiquetas de certificación energética. Este resultado permite evaluar el desempeño energético de los sistemas de climatización de diferentes habitaciones hospitalarias.

Palabras clave: Certificación energética, edificios de salud, requerimiento de energía, consumo energético.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la Eficiencia Energética y la sustitución de fuentes convencionales por renovables son preocupaciones presentes en la agenda de diversos países. En este contexto, resulta necesario implementar acciones orientadas a reducir la demanda energética, con una visión a largo plazo que promueva mejoras sustantivas en el futuro energético de las ciudades (Gómez Cerdeiro, 2021). En este sentido, la investigación en eficiencia energética y sustitución de fuentes convencionales por renovables ha tomado mayor presencia en la agenda nacional. Los edificios de salud suelen estar entre los edificios públicos menos eficientes energéticamente representando el mayor consumo de energía por unidad de superficie. A diferencia de los edificios residenciales y otros edificios comerciales, los hospitales funcionan 24 horas al día, 7 días a la semana (Arocas 2019). Además, las normas de ventilación, aire acondicionado, iluminación, confort térmico, etc., son más exigentes que las correspondientes a otros sectores. Esta situación los convierte en edificios con potencial para reducir costos y para la incorporación de medidas de eficiencia energética.

A nivel internacional y regional se está avanzando en este sector con la incorporación de estrategias de diseño pasivo, con la utilización de sistemas activos, así como en políticas de Estado a través de

Esta obra está bajo Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

normativas, reglamentos y estándares. Este es el caso de la herramienta para el diagnóstico del comportamiento energético de la vivienda que propone el aplicativo informático creado por el Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas (PRONEV) basado en la norma IRAM 11900, el cual releva condiciones climáticas, de diseño, materialidad y equipamiento de iluminación, producción de agua caliente sanitaria y climatización de una vivienda para cada zona bioclimática del país, con la intención de realizar una evaluación que concluya en un único valor que represente el consumo de energía primaria por metro cuadrado de superficie durante un año (IPE), el cual establece intervalos para cada categoría según zona bioclimática para finalmente llegar a una etiqueta final que refleja el comportamiento energético de la vivienda.

Con el fin de sistematizar el cálculo, el sistema de etiquetado de vivienda establece tres hipótesis de trabajo: el modelo adoptado es estacionario con corrección dinámica, asumiendo para cada mes valores constantes (promedios) de temperatura media e irradiancia solar; la temperatura interior permanece uniforme en todo el volumen y en cada ambiente climatizado; y los flujos térmicos se consideran unidireccionales y perpendiculares a las superficies analizadas. Teniendo en cuenta las hipótesis mencionadas se realiza un análisis del objeto de estudio (denominado sistema de estudio en el aplicativo informático) en el cual se deben definir cada uno de los elementos de la envolvente y equipamiento a relevar que influya sobre el comportamiento energético de la vivienda. Los pasos para realizarlo son los siguientes:

- Identificar ambientes y espacios generales.
- Definir los límites de cada zona térmica, en el caso de tener más de una.
- Reconocer e identificar elementos de la envolvente vertical y horizontal y sus respectivas condiciones de adyacencia.
- Identificar elementos internos de la zona térmica (capacidad térmica interna).

Una vez recolectados todos estos datos en planillas de relevamiento se realiza el cálculo de las características técnicas de la vivienda en cuanto a intercambio de temperatura, y posteriormente un balance térmico para cada estación (invierno y verano) en los cuales se estudian las pérdidas y ganancias térmicas respectivamente para llegar al valor del requerimiento energético de la vivienda para mantener la temperatura de confort en el interior durante todo el año. Al cálculo anterior se le suma el requerimiento de energía para los sistemas de iluminación (por mes y por cada ambiente) y producción de agua caliente sanitaria (por superficie). El resultado de este estudio consiste en un valor que pertenece a una de las categorías conformadas por letras, de la “A” a la “G”, las cuales corresponden a un rango de Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) midiendo el grado de eficiencia.

Las herramientas que permiten obtener una certificación energética tienen como objetivo medir y evaluar la eficiencia y las emisiones de CO_2 para adoptar medidas que reduzcan las mismas (López, 2011). Como se explicó anteriormente, los edificios de salud pueden catalogarse como energo-intensivos por sus niveles de demanda por unidad de superficie, si se analizan sus porcentajes de consumo de energía en cada una de sus áreas hospitalarias se observa una mayor demanda en el área de internación, particularmente en la energía destinada a climatización (Fondoso Ossola, 2025). Por este motivo este trabajo se concentra en el diagnóstico de eficiencia energética de una habitación tipo del área hospitalaria de internación dentro de un establecimiento de salud.

METODOLOGÍA

Este trabajo adopta un enfoque analítico, en el cual el estudio del comportamiento energético de cada establecimiento de salud se calcula a partir del comportamiento energético de cada una de las áreas hospitalarias que lo componen. Esta estrategia de descomponer un problema en subproblemas más simples, resolver cada uno, y luego integrar los resultados obtenidos para dar respuesta al problema original es lo que caracteriza a un enfoque analítico. Asimismo, para adaptar el sistema utilizado para etiquetado de viviendas a edificios del sector salud se realiza un análisis exploratorio con el objetivo de identificar las diferentes variables y seleccionar las que sean compatibles y/o que puedan ser adaptadas a los mismos y sumar otras en caso de ser necesario. Para el proceso de adaptación se propone la siguiente serie de pasos:

1. ***Definir el área hospitalaria objeto de análisis dentro de la totalidad del edificio:***

Un edificio de salud típico está compuesto por 7 áreas hospitalarias: Atención ambulatoria, internación, área quirúrgica, diagnóstico y tratamiento, administración, servicios auxiliares y de apoyo, y circulaciones y baños. Estas áreas pueden conformar diferentes morfologías/tipologías y depender entre sí en cuanto al uso o funcionar de manera independiente. Por este motivo, y por la diferencia de cada programa en términos de escala, se opta por la desagregación en áreas para el análisis de sus requerimientos energéticos específicos, en vez de considerar zonas térmicas basadas en criterios de diseño o de configuración espacial como utiliza el aplicativo informático de vivienda. Por otro lado, es necesario ubicar geográficamente el objeto de estudio para extraer datos climáticos de la zona a la que pertenezca, utilizando la clasificación bioambiental IRAM (11603).

2. ***Identificar el programa de necesidades dentro del área seleccionada:***

Cada área hospitalaria se compone a su vez por unidades funcionales (UF), las cuales conforman unidades mínimas de funcionamiento de la prestación y representan los requerimientos energéticos mínimos representativos de un determinado sector del establecimiento (Martini, 2010). Son ejemplos para la red de salud: UF de Internación, UF de Consultorios Externos, UF de administración, etc. La integral de Unidades Funcionales de un mismo tipo conforma los servicios de prestación para cada cada área.

Se plantea un estudio detallado para identificar la superficie y la configuración espacial de los ambientes que componen a la UF analizada y si se requiere, separar entre ambientes climatizados (AC), no climatizados (ANC), no habitables (ANH) o exteriores (EXT).

3. ***Reconocer y detallar los elementos de la envolvente horizontal y vertical especificando adyacencias para calcular características técnicas:***

Para ello se realiza una planilla de relevamiento para cada uno de los elementos de la envolvente (muros, aberturas, cubierta y solado) especificando dimensiones, resolución constructiva, adyacencia y para el caso de aberturas, se suma la longitud de juntas. A partir de esta recolección de datos se calculan las características técnicas de los elementos de la envolvente que tienen intercambio térmico con el exterior.

4. ***Realizar un balance térmico estacional para determinar Q_I y Q_V:***

Para determinar Q_I y Q_V es necesario realizar un balance térmico estacional para determinar el requerimiento de energía necesario para mantener la temperatura y condiciones de confort exigidas por las normativas vigentes en el interior de cada área hospitalaria.

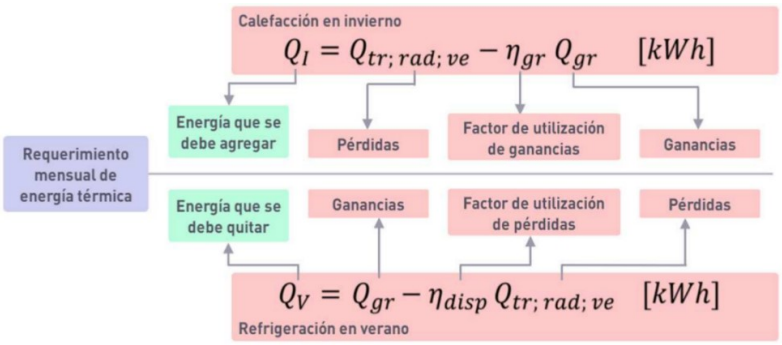

Figura 1: Requerimiento mensual de energía térmica.
Fuente: Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas

La Figura 1 muestra el requerimiento mensual de energía correspondiente a un mes de verano y un mes de invierno, utilizando los valores medios de las Normas IRAM para la zona bioclimática correspondiente. En un segundo paso se suman los meses correspondientes a cada estación para llegar al balance térmico estacional mencionado anteriormente, y como resultado de esta etapa se obtiene el Requerimiento de Energía Térmica para invierno (Qi) y para verano (Qv).

5. ***Cálculo del Requerimiento Específico de Energía Primaria para climatización (EP_C):***

El valor de EP_C, junto con los requerimientos de iluminación (EP_{IL}) y agua caliente sanitaria (EP_{ACS}) son componentes que conforman el Índice de Prestaciones Energéticas, el cual se utiliza para etiquetar de manera global a las viviendas, que pueden contar o no con la contribución de energías renovables, como queda detallado en la Figura 2. Para ello se calculan los dos primeros parámetros (EP_I e EP_V) que se ven en la Figura 2, ya que la climatización es la que tiene un mayor peso en el requerimiento de energía de un hospital y puede alcanzar hasta un 74,6% del total del establecimiento (Urteneche 2024).

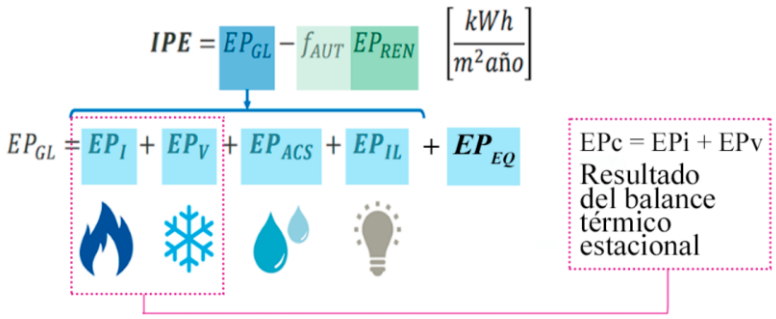

Figura 2: Conformación del IPE en viviendas.
Fuente: Elaboración propia con base en el PRONEV.

Una posible adaptación a la complejidad que presentan los edificios de salud sería añadir un nuevo parámetro a esta ecuación que represente el Requerimiento de Energía Primaria de los equipos utilizados, ya que estos también representan, junto con iluminación, un porcentaje que en el caso del área de internación llega hasta un 17,5% del consumo total del área y hasta un 35,5% para la totalidad del edificio (Urteneche, 2024 op. cit).

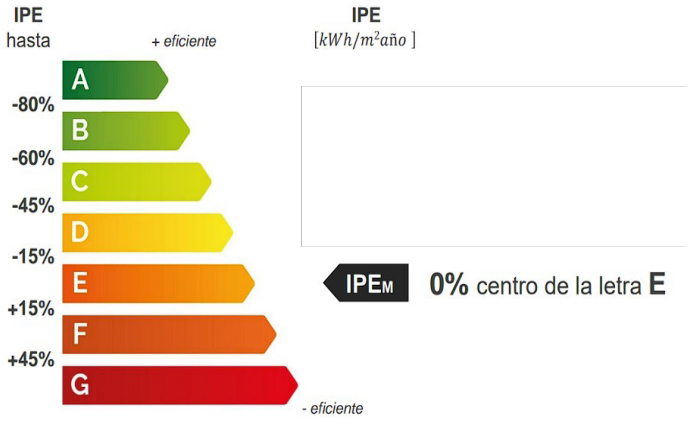

Figura 3: Rangos de valores relativos de IPE.
Fuente: Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas

Como resultado se espera que pueda identificarse al valor calculado como EP medio (0%) y ubicarlo en la escala de etiquetado en el centro de la letra "E", como puede verse en la Figura 3. Esto permite establecer los rangos pertenecientes a cada una de las categorías, de la "A" a la "G", utilizando los mismos porcentajes entre intervalos que el sistema de vivienda.

APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO

Para la aplicación al caso de estudio, se trabajó sobre una habitación de internación basada en las condiciones mínimas recomendadas por la normativa vigente (Resolución 2547) y normas IRAM, por lo que se obtiene un resultado de requerimiento de energía teórico, el cual es el que se utilizará posteriormente para la elaboración de posibles niveles de demanda.

1. ***Definir el área hospitalaria objeto de análisis dentro del edificio de salud:***

La habitación analizada se encuentra dentro del área hospitalaria de internación, la cual representa generalmente un porcentaje de consumo energético en climatización mayor a otras áreas hospitalarias (Urteneche, E. 2021). Al no haber una normativa que especifique ubicación o condicionantes a cumplir en relación con la ubicación dentro del edificio o al entorno, se toma al área con una configuración de pabellón con circulación central, ubicando habitaciones y servicios de apoyo a ambos lados, y en un piso intermedio del mismo. En cuanto a la ubicación geográfica, se toman los datos de la zona bioclimática IIIb, (IRAM 11603) particularmente en la ciudad de La Plata, a fines de poder calcular posteriormente el balance térmico.

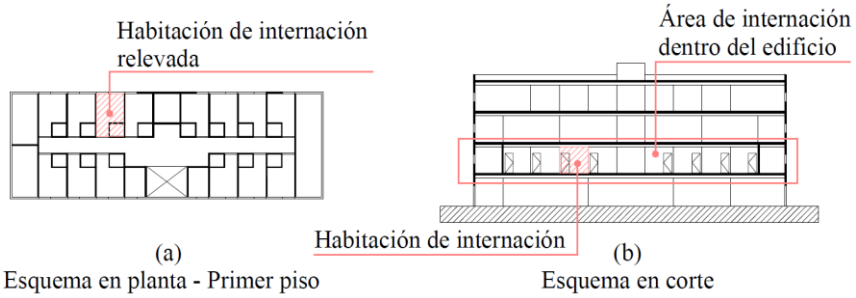

Figura 4. Esquemas de ubicación de la habitación. Elaboración propia.

Resulta necesario realizar esta especificación del área hospitalaria dentro del objeto construido (Figura 4) para definir correctamente las adyacencias de cada elemento de la envolvente, las cuales determinan las condiciones de los espacios que rodean al mismo.

2. ***Identificar el programa de necesidades dentro del área seleccionada:***

Para este trabajo, se plantea analizar una habitación que conforma el programa de UF internación, que ocupa una superficie de 26m² como indica el Ministerio de Salud (Resolución 2547) y tiene la capacidad de albergar hasta 2 camas y un baño adaptado para personas con movilidad reducida.

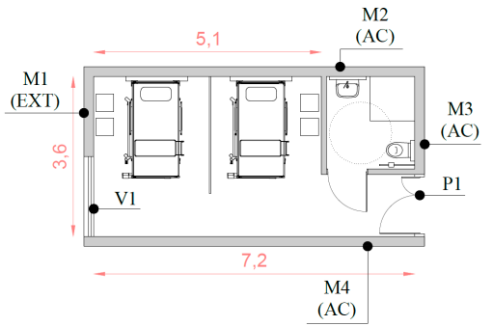

Figura 5: Habitación en planta.
Elaboración propia con base en la Resolución 2547 del Ministerio de Salud.

Se toma la decisión de trabajar sobre una habitación de internación (Figura 5) porque supone una parte del programa de la UF a la que pertenece, y que a su vez se repite en distintas medidas en cada edificio de salud cumpliendo obligatoriamente con la normativa, por lo que resulta un ejemplo sencillo que incluye todos los parámetros que se deben analizar en la búsqueda de adaptar el sistema de etiquetado.

3. ***Reconocer y detallar los elementos de la envolvente horizontal y vertical especificando adyacencias para calcular características técnicas:***

Para el reconocimiento de los elementos de la envolvente se realiza un relevamiento de la documentación técnica de la habitación a estudiar y, dentro de la misma, se debe especificar la denominación de cada elemento con sus adyacencias, como puede verse en la Figura 5.

Para este caso, no se tendrá en cuenta la transmitancia térmica de los elementos de la envolvente que sean adyacentes a otro ambiente climatizado (AC), ya que no se da intercambio térmico a través de ellos, es decir, que se considerarán únicamente los elementos de la envolvente que tengan adyacencia al exterior (M1 y V1), como se especifica en la Figura 5, y se los analiza constructivamente en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1: Relevamiento de elementos de la envolvente con adyacencia al exterior. Elaboración propia con base en la norma IRAM 11605.

Envolvente			
Muro M1 (22cm)			
Descripción de la solución constructiva	K	Medidas generales	Adyacencia
Ri 1,5cm + Ladrillo hueco cerámico 12x18x33 + Re 2,5cm	1,39 W/m²k	3,6m x 3,1m	Exterior

La elección de la resolución constructiva se debe a que este tipo de muro cumple con el valor máximo de transmitancia permitido para la zona bioclimática IIIb según la norma IRAM 11605 (Urteneche, 2024 op. cit). Dentro del elemento M1 se encuentra la Ventana V1, por lo que se la incluye a las planillas de relevamiento al tener intercambio térmico con el exterior (Tabla 2).

Tabla 2: Relevamiento de carpinterías. Elaboración propia con base en Urteneche, E. et al. (2021)

Ventana V1		
Tipo de accionamiento	Corrediza	Materialidad del marco: Chapa doblada con vidrio simple incoloro 6mm sin protección solar.
Dimensiones generales	1,80 x 1,20 m	
Área transparente	1,45 m²	
Longitud de juntas	6,60 m	

Con toda la información recolectada en este relevamiento puede calcularse el *coeficiente global de intercambio térmico* (H) de la envolvente, detallado a continuación en la Ec. 1:

$$H = Htr + Hve + Hg \quad (1)$$

Donde:
Htr = Coeficiente de intercambio térmico por transmisión (W/K)
Hve = Coeficiente de intercambio térmico por ventilación (W/K)
Hg = Coeficiente de intercambio térmico a través del terreno en régimen estacionario (W/K)

- *Coeficiente de intercambio térmico por transmisión (Htr):* Define la propiedad de transferir calor de los elementos de la envolvente y determina la calidad de aislación de los mismos (Ver Ec. 1.1).

$$Htr = Ae * Ke * btr \quad (1.1)$$

Donde:
Ae = Área de la envolvente (m²)
Ke = Transmitancia térmica de la envolvente (W/m²K)
btr = Factor de corrección de intercambio térmico (igual a 1 cuando el elemento es adyacente al exterior)

A partir de la información obtenida de la Tabla 1 se calcula el coeficiente de intercambio térmico por transmisión con la Ec. 1.1, cuyo resultado se presenta a continuación:

$$Htr = 9m^2 * 1{,}39\ W/m^2K * 1 = 12{,}51\ W/K$$

- *Coeficiente de intercambio térmico por ventilación (Hve):* Es el resultado del producto entre la capacidad volumétrica del aire (1200 J/m³K) y el caudal de aire (Qve) que ingresa a la habitación debido a infiltraciones en invierno e infiltraciones y ventilación en verano en W/K (Ver 1.2).

$$Hve = paca * Qve \quad (1.2)$$

Donde:
paca = Capacidad volumétrica del año (J/m^2K)
Qve = Caudal de aire que ingresa por ventilación e infiltraciones (W/m^2K)

Antes de calcular Hve se necesita averiguar Qve (para invierno y para verano), los cuales se calculan a partir de los valores señalados en el relevamiento en la Tabla 2

$Qve;i = 0{,}17\ m^3/s$
$Qve;v = 0{,}13\ m^3/s$

Luego, a partir de los valores de Qve;i y Qve;v se procede a calcular los Hve;i y Hve;v utilizando la Ec. 1.2

$$Hve;i = 1200\,J/m^3K * 0{,}17\,m^3/s = 204\,W/K$$
$$Hve;v = 1200\,J/m^3K * 0{,}13\,m^3/s = 156\,W/K$$

- *Coeficiente de intercambio térmico a través del terreno en régimen estacionario (Hg):* En este caso la habitación se encuentra en un piso intermedio del edificio, por lo que el coeficiente de intercambio con el suelo es = 0.

Al resolver la Ec. 1, se calculan dos valores de intercambio diferentes, uno para invierno y otro para verano (*Hi y Hv*) obteniendo los siguientes valores:

$$Hi = 12{,}51W/K + 204\,W/K + 0 = 168{,}51\,W/K$$
$$Hv = 12{,}51W/K + 156\,W/K + 0 = 216{,}51\,W/K$$

Con estos resultados se procede a realizar el cálculo de balance térmico para los meses de invierno y verano.

4. ***Realizar un balance térmico estacional para determinar Qi y Qv.***

Para determinar el requerimiento de Energía Primaria (EP) tanto para calefacción como para refrigeración, es necesario realizar previamente un balance térmico para medir el requerimiento de energía térmica para los meses de invierno y verano.

Requerimiento mensual de energía térmica para calefacción en invierno (Qi):

$$Qi = Qtr;rad;ve - Ngr * Qgr \quad (2)$$

Donde:
Qtr;rad;ve = Energía térmica intercambiada por transmisión, radiación y ventilación (kWK)
Ngr = Factor de utilización de los aportes térmicos gratuitos
Qgr = Aportes térmicos gratuitos totales (kWK)

- *Energía térmica intercambiada por transmisión, radiación y ventilación (Qtr;rad;ve):* Se considera como pérdidas de energía térmica durante los meses de invierno. Se calcula a partir del intercambio térmico obtenido, junto con los datos de irradiancia solar (obtenido del mapa de irradiancia del Ministerio de Economía, 2014) de la zona bioclimática y ventilación natural.

$$Qtr;rad;ve = 1637{,}5\ kWh$$

- *Factor de utilización de los aportes térmicos gratuitos (Ngr):* Es un factor que ayuda a delimitar cuál es el porcentaje aprovechable de los aportes térmicos exteriores que entran en la habitación.

$$Ngr = 0{,}19$$

- *Aportes térmicos gratuitos totales (Qgr):* Para este caso de estudio sólo se tendrán en cuenta los aportes térmicos de origen solar.

$$Qgr = 1266{,}22\ kWh$$

Al reemplazar los valores obtenidos en la Ec. 2, se llega al siguiente resultado:

$$Qi = 1635{,}5\ kWh - 0{,}19\ * 1266{,}22\ kWh = 1397\ kWh$$

***Requerimiento mensual de energía térmica para refrigeración en verano* (Q_V):**
Para el cálculo de requerimiento mensual de energía térmica en los meses de verano se utiliza la Ec .3:

$$Qv = Qgr - Ndisp * Qtr; rad; ve \quad (3)$$

Donde:
Qgr = Aportes térmicos gratuitos totales (kWK)
Ndisp = Factor de utilización de las dispersiones térmicas
Qtr;rad;ve = Energía térmica intercambiada por transmisión, radiación y ventilación (kWK)

- *Aportes térmicos gratuitos totales (Qgr):* Para este caso de estudio sólo se tendrán en cuenta los aportes térmicos de origen solar.

$$Qgr = 1433{,}5\ kWh$$

- *Factor de utilización de las dispersiones térmicas (Ndisp):* Es un factor que ayuda a delimitar cuál es el porcentaje de pérdidas de energía térmica con el exterior.

$$Ndisp = 0{,}38$$

- *Energía térmica intercambiada por transmisión, radiación y ventilación (Qtr;rad;ve):* Se considera como pérdidas de energía térmica durante los meses de verano. Se calcula con los mismos parámetros utilizados para los meses de invierno, pero con los datos climáticos que corresponden al verano:

$$Qtr; rad; ve = 357{,}67\ kWh$$

Al reemplazar cada variable en la Ec. 3, se llega al siguiente resultado:

$$Qv = 1433{,}5\ kWh - 0{,}38 * 357{,}67\ kWh = 1297{,}58\ kWh$$

Una vez calculados ambos valores de requerimiento mensual de energía térmica para un mes de invierno y uno de verano se procede a averiguar el requerimiento estacional de Energía Primaria (PE).

5. ***Cálculo del Requerimiento de Energía Primaria para climatización (EPc):***
Utilizando ambos valores de requerimiento mensual de energía térmica para un mes de invierno y uno de verano se calcula el requerimiento estacional de Energía Primaria (ver Ec. 4).

$$EPc = EPi + EPv \quad (4)$$

Donde:
EPi = Requerimiento específico de energía primaria para calefacción (kWh/m²año)
EPv = Requerimiento específico de energía primaria para refrigeración (kWh/m²año)

***Requerimiento de energía primaria para calefacción* (*EPi*):**
Primero se calcula el requerimiento total de energía térmica útil para los meses de invierno (Eu;i) los cuales incluyen los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

$$Eu; i = Qi * 5 \quad (4.1)$$
$$Eu; i = 1297{,}58\ kWh * 5 = 6985\ kWh$$

Teniendo en cuenta este valor (Ec. 4.1), se convierte la unidad de *Energía Útil (Eu)* a *Energía Secundaria (Es)* al dividir este resultado por el coeficiente de eficiencia del sistema de climatización adoptado, que al ser un caso de estudio teórico es igual a 1, por lo que Eu;i = Es;i

En el siguiente paso se convierte la unidad de *Energía Secundaria (Es)* a *Energía Primaria (EP),* teniendo en cuenta el valor de conversión de energía primaria del vector energético que en este caso es electricidad (ver Ec. 4.2).

$$Ep; i = Eu; i * 3{,}30 \quad (4.2)$$
$$Ep; i = 6985\ kWh * 3{,}30 = 23050{,}5\ kWh$$

Por último, este valor que hasta ahora representa el requerimiento de la habitación en general, necesita dividirse por el área útil de la habitación para definir el valor por m², este resultado se presenta en la Ec. 4.3.

$$EPi = \frac{Ep; i}{26\ m^2} \quad (4.3)$$

$$EPi = \frac{Ep; i}{26\ m^2} = 886{,}5\ kWh/m^2 año$$

Con la misma metodología, se repite el procedimiento para los valores de requerimiento de energía primaria para los meses de verano.

***Requerimiento de energía primaria para refrigeración* (EP_V):**
Se calcula el requerimiento total de energía térmica útil para los meses de verano (Eu;v) los cuales incluyen los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.

- *Requerimiento total de energía térmica útil (Eu;v):*

$$Eu; v = Qv * 5 \quad (4.1)$$
$$Eu; v = 1297{,}58\ kWh * 5 = 6488\ kWh$$

- *Requerimiento total de energía primaria (Ep;v):*

$$Ep; v = Eu; v * 3{,}30 \quad (4.2)$$
$$Ep; v = 6488\ kWh * 3{,}30 = 21410{,}4\ kWh$$

- *Requerimiento total de energía primaria por m² (EPv):*

$$EPv = \frac{Ep;v}{26\ m^2} \tag{4.3}$$

$$EPv = \frac{21410{,}4\ kWh}{26\ m^2} = 823{,}4\ kWh/m^2 año$$

Utilizando ambos valores de requerimiento estacional de energía primaria específica (EPi y EPv) se obtiene el requerimiento específico medio de energía primaria anual (EPc) para climatizar la habitación de internación (ver Ec. 4)

$$EPc = 886{,}5 kWh/m^2 año\ +\ 823{,}4\ kWh/m^2 año\ =\ 1710\ kWh/m^2 año$$

Este valor permite definir los intervalos de EP para cada categoría del etiquetado como se muestra en la sección resultados.

RESULTADOS

Luego de la aplicación de la metodología al caso de estudio, se obtuvieron los valores de las variables consideradas para la habitación de internación con respecto a los elementos de la envolvente y sus características técnicas; el balance térmico estacional y el cálculo de requerimiento de energía primaria para climatización, los cuales se sintetizan en la Tabla 3:

Tabla 3: Síntesis de los resultados. Elaboración propia.

Reconocer y detallar los elementos de la envolvente horizontal y vertical especificando adyacencias para calcular características técnicas:	
H = Htr + Hve + Hg	
Htr = Ae * Ke * btr	12,51W/K
Hve = cap. volumétrica del aire * Qve	Hve;i = 204 W/K
	Hve;v = 156 W/K
Hg= 0	0
Hi = 168,51 W/K	
Hv = 216,51 W/K	
Realizar un balance térmico estacional para determinar Qi y Qv.	
Qi = Qtr;rad;ve - ηgr * Qgr	
Qtr;rad;ve	1637,5 kWh
ηgr	0,19
Qgr	1266,22 kWh
Qi = 1397 kWh	
Qv = Qgr - ηdisp * Qtr;rad;ve	
Qgr	1433,5 kWh
ηdisp	0,38
Qtr;rad;ve	357,67 kWh
Qv = 1297,58 kWh	
Cálculo del Requerimiento de Energía Primaria para climatización (EPc):	
EPc = EPi+ EPv	
EPi	886,5 kWh/m²año
EPv	823,4 kWh/m²año
EPc = 1710 kWh/m²año	

A partir de este resultado final (EPc) se obtiene el valor central de la letra “E” (EP medio), y a partir de los porcentajes de variación entre cada categoría que utiliza el PRONEV, se pueden estimar todas las categorías de un posible etiquetado para el sistema de climatización de una habitación de internación.

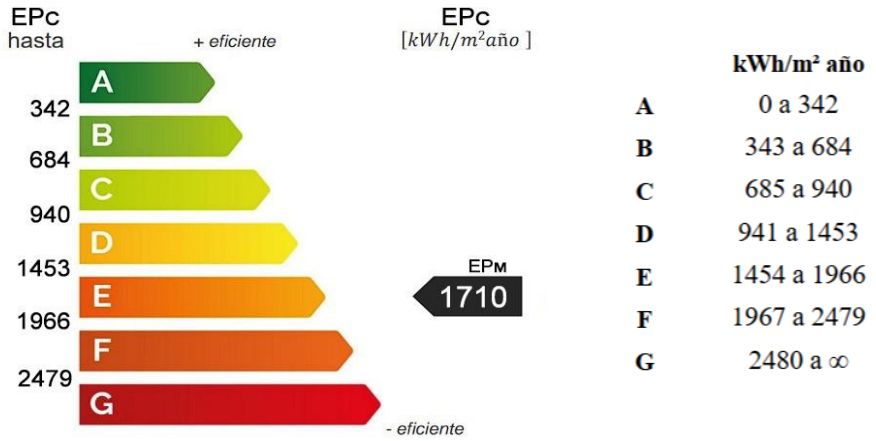

Figura 6: Rangos obtenidos a partir de EPm.
Elaboración propia con base en los rangos del PRONEV

Los rangos obtenidos que se muestran en la Figura 6 se pueden utilizar para etiquetar el sistema de climatización de cualquier habitación del área hospitalaria de internación de un edificio de salud que pertenezca a la zona bioclimática IIIb de Argentina, según la clasificación IRAM 11603.

CONCLUSIONES

Este trabajo, de carácter metodológico, permite evaluar la viabilidad del sistema de etiquetado de viviendas, para adaptarlo con las modificaciones necesarias, al nivel de complejidad que integra un edificio de salud tipo. La organización del análisis por áreas hospitalarias y unidades funcionales en torno a un programa arquitectónico, en vez de trabajar a partir de zonas térmicas, permite obtener estimaciones del requerimiento energético que se acercan mejor a la escala de trabajo, especialmente en lo referido a climatización. El caso de aplicación a una habitación de internación tipo permitió mostrar que la metodología propuesta posibilita integrar criterios normativos y parámetros técnicos con el objetivo de elaborar rangos de certificación energética posibles. El resultado se ubica en este caso en la categoría “E” (media) de la escala basada en el sistema de etiquetado a nivel residencial. Se identifica la necesidad de incorporar, además de los parámetros contemplados en el IPE, el requerimiento de energía asociado a equipamiento especializado si se quiere reflejar con mayor precisión la demanda total de estos edificios.

En síntesis, el trabajo desarrollado propone una herramienta de diagnóstico adaptada al sector salud que contribuye a la evaluación del desempeño energético, y pueda ser utilizada para la formulación de estrategias de eficiencia energética. Asimismo, constituye un aporte inicial para la futura implementación de una etiqueta energética, que pueda ser aplicada de manera individual a las distintas áreas hospitalarias y posteriormente al hospital en su conjunto.

REFERENCIAS

Gómez Cerdeiro, C. (2021). *Análisis de la importancia de la eficiencia energética en los hospitales.* Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía. Trabajo final de Grado. Universidad de Cantabria. España.

Arocas, S. M., Coria Hoffman, G., y Bosc, C. (2019). Identificación de indicadores energéticos para el diseño de un programa de ahorro y eficiencia energética en una instalación hospitalaria. *5o Jornadas ITE*, 770–777.

Ministerio de Economía. (2023). Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas. Aplicativo Informático Nacional.

IRAM. (2017b). *Norma IRAM 11900. Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética.*
Fondoso Ossola, S. T. (2025). *Formulación, análisis y evaluación de estrategias energéticas alternativas para el subsector salud, en el marco de la construcción de escenarios*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de La Plata.
López Cristià, M. (2011). *Hospitales eficientes: una revisión del consumo energético óptimo*. Tesis de Doctorado. Universidad de Salamanca.
IRAM. (2012). *Norma IRAM 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.*
Martini, I. (2010). *Diagnóstico y mejoramiento de los procesos de gestión edilicia energética productiva en la red de salud*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Salta.
Ministerio de Salud. (2021). Resolución 2547. *Directrices de Organización y Funcionamiento de Internación - Modelo de Gestión por Cuidados Progresivos.*
Urteneche, E. (2024). *Estrategias tecnológico-constructivas para el mejoramiento de la eficiencia energética de la envolvente edilicia del sector salud*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de La Plata.
IRAM. (1996). *Norma IRAM 11605. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.*
Urteneche, E. Martini, I. Barbero, D. A. Discoli, C. A. (2021a). *Estado el arte de la envolvente edilicia del subsector salud en la microrregión del Gran La Plata. Su estudio como punto de partida para el mejoramiento de la eficiencia energética a partir del reciclado edilicio.* Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 25. pp.49-59.
Ministerio de Economía. (2014). Información geográfica de Energía. *Mapas de irradiancia solar directa e irradiancia solar horizontal.* Visor SIG: https://sig.energia.gob.ar/visor/visorsig.php?t=18
Urteneche, E. Fondoso-Ossola, S. T. Barbero, D. A. Martini, I. (2021b). *Development of a tool for the identification and energy analysis of buildings´ envelopes of different hospital areas*. En: RPIC 2021. XIX Reunión de trabajo en procesamiento de la información y control.

ENERGY EFFICIENCY IN HOSPITALS: ADAPTING LABELING TOOLS FOR APPLICATION IN THE HEALTHCARE SECTOR.

ABSTRACT: Energy efficiency assessment in healthcare buildings requires specific diagnostic tools that consider their functional and operational specificities. In this context, this paper aims to analyze a system currently applied to energy labeling for residential buildings, identifying its limitations and potentialities in order to assess its feasibility for adaptation to healthcare buildings, specifically with regard to HVAC requirements. The methodology proposed is an exploratory analysis that allows for the identification of specific guidelines for data collection to calculate the energy requirements of these buildings. These guidelines are organized by each hospital area. As a case study of these guidelines, a data collection was conducted on a typical room in the internment area of a hospital, taking as a reference the minimum requirements established by current national regulations. Based on this information, a theoretical value of 1,710 kWh/m² of energy requirement for heating and cooling was determined, and possible categorization ranges from "A" to "G" were established within the energy certification label system. This result allows for the evaluation of the energy performance of the air conditioning systems in different hospital rooms.

Keywords: Energy labeling, healthcare buildings, energy demand, building energy consumption.