

# ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDAS. CASO DEMOSTRATIVO DE APLICACIÓN EN RESISTENCIA, CHACO

ALÍAS, Herminia M<sup>1</sup>.

1. Certificadora energética de viviendas, acreditada en el marco del Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas de la Secretaría de Energía, Argentina. Investigadora SGCyT – UNNE y CIN. Profesora Adjunta (FAU – UNNE). [heralias2001@yahoo.com.ar](mailto:heralias2001@yahoo.com.ar)

*Instituto para el Desarrollo de la Eficiencia Energética en la Arquitectura (IDEEA). Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).*

**Dimensión del trabajo: investigación**

## RESUMEN

Se presenta un caso de aplicación del procedimiento para determinar el Índice de Prestaciones Energéticas y la consecuente Etiqueta de Eficiencia Energética, según la norma IRAM 11900, a una vivienda de producción estatal en Resistencia. Se utilizó para el cálculo un Aplicativo Informático oficial, disponible en la web. Más allá de los resultados numéricos, el procedimiento permite detectar los ítems de mayor impacto en el consumo de energía, discriminado en refrigeración en verano, calefacción en invierno, producción de agua caliente sanitaria, iluminación, y aporte de energías renovables (si existieran), así como identificar las mejoras a aplicar para reducir dicho consumo.

**PALABRAS CLAVES:** viviendas, prestaciones energéticas, eficiencia.

## OBJETIVOS E INTRODUCCIÓN

El concepto de Eficiencia Energética (EE) refiere a funcionar prestando más servicios y consumiendo la misma cantidad de energía, o bien los mismos servicios consumiendo menos energía (OCDE y IEA, 2015). Si bien el mejoramiento de los sistemas activos de climatización, calentamiento de agua, iluminación, entre otros artefactos de las viviendas y los edificios en general, contribuyen a un uso más eficiente de la energía, el principal potencial se encuentra en las mejoras en el comportamiento general de los edificios a través de intervenciones en sus envolventes -sistemas pasivos- (Donnet, 2021).

La aplicación de medidas de eficiencia energética en los edificios (y especialmente en los del sector residencial), tiene importancia fundamental en el contexto actual dada su fuerte incidencia en el sector energético general, no solamente a niveles nacionales sino mundiales, por su impacto en la posibilidad de disminuir el calentamiento global. Toda generación de energía tiene asociado un costo ambiental, especialmente la generación a partir de combustibles fósiles, que libera grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con serios impactos en el ambiente (Alías y Jacobo, 2021). En Argentina, el 70% de la generación de energía eléctrica procede de centrales térmicas (alta dependencia de combustibles fósiles, recursos naturales no renovables).

La introducción de criterios de eficiencia energética en los reglamentos o códigos de edificaciones resulta estratégica y los transforma en un instrumento clave para el desarrollo de políticas en este campo, tendientes a descomprimir la creciente demanda a través de fijar estándares mínimos tanto en edificios nuevos como en reformas de edificios existentes (Donnet, 2021). Por otra parte, y dada la experiencia internacional, existen dificultades para la implementación de un sistema de certificación de EE en edificaciones, según las circunstancias propias de cada contexto nacional, ante la complejidad asociada a tales sistemas.

En Argentina, el Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas tiene el objetivo de instituir la Etiqueta de EE como un instrumento que brinde información a la ciudadanía acerca de las prestaciones energéticas de una vivienda y constituya una herramienta de decisión adicional a la hora de realizar una operación inmobiliaria, evaluar un nuevo proyecto o realizar intervenciones en viviendas existentes (Secretaría de Energía de la Nación, 2020a, p. 1).

En este sentido, existen avances en el país respecto al desarrollo de un sistema de certificación de eficiencia energética (EE) de viviendas que tiene proyecciones de alcance nacional, aunque por el momento solamente tiene vigencia en la provincia de Santa Fe y presenta avances legislativos en Entre Ríos, Mendoza y Río Negro.

El objetivo de este trabajo fue analizar, utilizando un instrumento oficial desarrollado por la Secretaría de Energía, el comportamiento termo-energético de una vivienda, a través de la determinación del Índice de Prestaciones Energéticas -IPE- (y de la correspondiente etiqueta de eficiencia energética generada), La vivienda analizada corresponde a un caso de producción estatal de ejecución repetitiva en el Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR), Chaco, en el contexto de un clima muy cálido y húmedo. Tal determinación del IPE se realizó mediante el procedimiento establecido en la norma IRAM 11900 / 2017, que a su vez se basa en la norma ISO13.790 / 2008. Para determinar el IPE se utilizó el Aplicativo Informático Nacional (Secretaría de Energía de la Nación, 2019) que ha sistematizado el procedimiento de cálculo, con miras a implementar el etiquetado de eficiencia energética de viviendas a nivel nacional. Quedó fuera de este estudio la aplicación del apartado de valoración de Estrategias Pasivas de Diseño Arquitectónico (EPDA), que está incluido en la modificación de la norma IRAM 11900 (IRAM, 2019).

La norma IRAM 11900 es la base del etiquetado de EE de viviendas. Su obligatoriedad de aplicación se incorporó y efectivizó pioneramente en la provincia de Santa Fe, a través de la Ley Provincial N° 13.903 / 2019 y de su reciente Decreto Reglamentario 458 / 2022. Dicha ley exige el etiquetado de EE de viviendas como política pública, para regulación del consumo a través de incentivos (bonificaciones en las tasas impositivas inmobiliarias anuales, a las viviendas con etiquetas más eficientes) y como herramienta informativa y de decisión para los usuarios de las viviendas (sean ellos propietarios, compradores o inquilinos). La ley establece, además, que todas las viviendas de producción estatal que se construyan a partir del año 2027 deberán poseer etiqueta "C", como mínimo.

En otras provincias del país se han sancionado leyes análogas a la de Santa Fe, con posterioridad a ella: tal es el caso de Entre Ríos, Mendoza y Río Negro, pero aún no se hallan reglamentadas. Dado que casi todas establecen incentivos fiscales, es imprescindible que sean avaladas por organismos financieros provinciales antes de su reglamentación e implementación. En estas provincias que cuentan con Ley de etiquetado de EE de viviendas, dicha ley alcanza, inicialmente, a viviendas nuevas, pero también deberán etiquetarse las que se escrituren a partir de la implementación: si no lo hacen serán consideradas G y no podrán acceder a ningún beneficio impositivo (Prado, 2022).

El IPE (en kWh / m<sup>2</sup> año) es una estimación de la energía primaria (es un requerimiento teórico) que demandaría la normal utilización de una vivienda para su normal funcionamiento durante un año y por metro cuadrado de superficie útil para satisfacer las necesidades de calefacción en invierno, refrigeración en verano, producción de agua caliente sanitaria e iluminación, bajo condiciones normalizadas de uso (IRAM, 2017). El valor de IPE que se obtenga para una vivienda constituye el dato que determina la etiqueta de eficiencia energética (EE) de dicha vivienda, según la norma IRAM 11900. La etiqueta será una letra, de la A a la G, en orden decreciente de eficiencia (en relación a un orden creciente de valores de IPE), donde cada letra se asocia a un rango de valores de IPE. El Aplicativo informático disponible para realizar el cálculo del IPE ya ha sido validado para varias zonas bioambientales del país, a partir de la realización de auditorías a viviendas existentes para la determinación de sus "líneas de base" (IRAM, 2019), de referencia de consumo. Para la región Nordeste de Argentina (NEA), que incluye a las provincias de Chaco, Corrientes, Misiones y Formosa, si bien el Aplicativo realiza la determinación del IPE, aún no arroja la etiqueta de EE, puesto que aún falta determinar y oficializar las líneas de base correspondientes, a partir de las cuales definir los rangos de IPE que conformarán cada letra de la etiqueta.

En Argentina, por el momento, el etiquetado de EE de viviendas es voluntario (salvo en provincia de Santa Fe, donde ya rige la ley que lo hace obligatorio): cualquier persona, con asesoramiento profesional, puede acceder al aplicativo y conocer el IPE de la vivienda, o puede pedirlo a la inmobiliaria que le vende o alquile una propiedad, o consultar con el profesional si está por construir una vivienda nueva (Prado, 2022). En el contexto de otros países resulta obligatorio conocer y declarar el consumo de los inmuebles, pero además se exige que las propiedades estén por encima de ciertos niveles en cuanto a calidades técnico-constructivas y de habitabilidad en general.

Es importante tener en cuenta que el cálculo del IPE según el procedimiento establecido por la norma IRAM 11900, normaliza las condiciones de utilización del inmueble y de los artefactos correspondientes. Asimismo, los patrones de utilización para los ambientes climatizados definidos se consideran iguales, independientemente del tipo de ambiente de que se trate. El procedimiento normalizado de IRAM 11900 realizado mediante el Aplicativo no incluye en el cálculo el consumo energético proveniente de la cocción ni el uso de electrodoméstico. Así, el balance según IRAM

11900, resulta prioritariamente dependiente de las características constructivas y geométricas de las viviendas, ya que no pueden editarse las condiciones de uso (Alías y Jacobo, 2021).

AL respecto, hay que tener en cuenta que las condiciones de uso tienen alta incidencia en el consumo de energía de las viviendas, por lo que las pautas de comportamiento de los habitantes constituyen un aspecto relevante en la valoración del desempeño de viviendas (Alías, 2020). Un diseño urbano y arquitectónico que tenga en cuenta sólo las estrategias edilicias y materiales no garantiza un uso eficiente de la energía para climatización. En el uso y gestión, naturalmente tienen incidencia directa aspectos sociales y culturales de la población implicada: partir de su consideración representaría la posibilidad de un mayor acercamiento al mejoramiento de la calidad de vida en el hábitat (Alías y Jacobo, 2021).

## DESARROLLO y RESULTADOS

### A. La vivienda - caso

La vivienda analizada corresponde a un prototipo construido por el Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda del Chaco en varias localidades provinciales, a partir del año 2004. Al Sur de la ciudad de Resistencia, se localiza un conjunto de 56 viviendas, en las manzanas delimitadas por Pasaje Fortín Aguilar, Fortín Los Pozos, y Gusberti y Roger Balet (figura 1). Se desarrolla en dos plantas en dúplex, con una superficie cubierta de 50 m<sup>2</sup> cubiertos (25 m<sup>2</sup> en cada planta) y con una volumetría compacta (figuras 2 y 3). Aplica el recurso de la simetría, generando dos unidades apareadas, cada una en lotes contiguos. El conjunto está planteado para ser repetido lote tras lote, con el criterio de que el eje de simetría del bloque coincida con la línea divisoria de predios, generándose un angosto espacio común lateral libre, en el lado opuesto al apareado.



Figura 1: Loteo y amanzanamiento del conjunto urbano conformado por el caso de vivienda analizado, en Resistencia, Chaco. Fuente: Google (s.f), con intervenciones propias.



Figura 2: Volumetría e implantación de las viviendas. Fuente: Google (s.f).

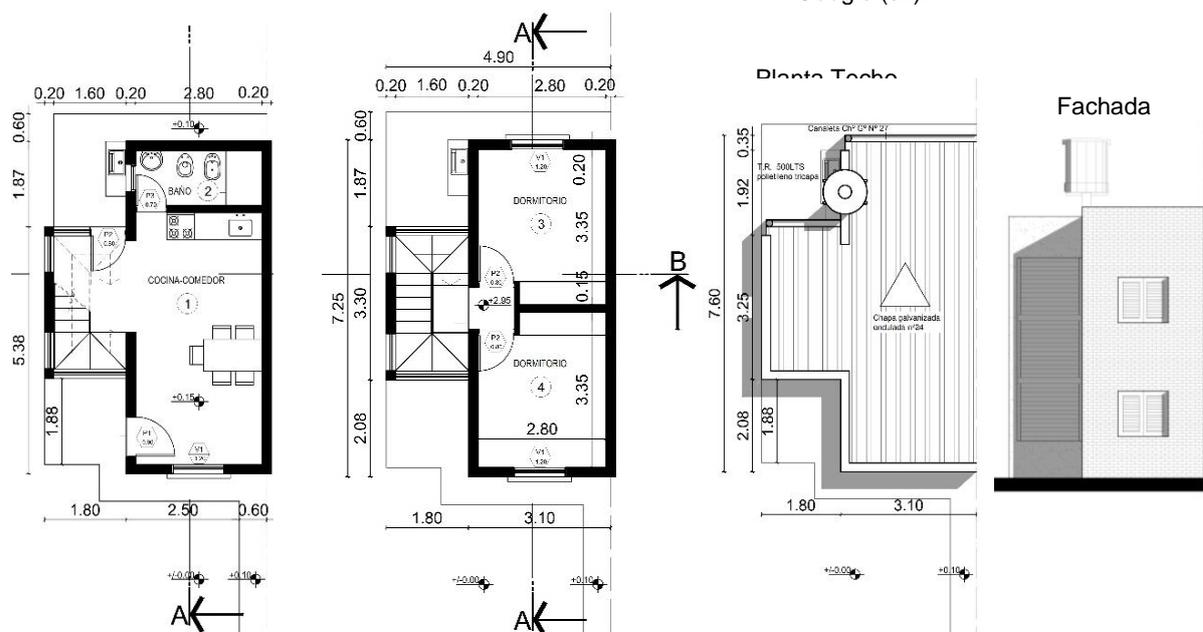


Figura 3: Esquemas en planta y fachada de la vivienda. Fuente: IPDUV (2017).

La materialidad de la vivienda (figura 4) está dada por: a) Techos de chapa galvanizada (con aislamiento térmico de lana de vidrio de 2,5 cm. de espesor) sobre estructuras metálica de correas apoyadas sobre muros, con cielorrasos de madera machimbrada acompañando pendiente (en planta alta) y aplicados a la cal bajo losa (en planta baja); b) Un entrepiso de losa de viguetas pretensadas,

apoyado sobre estructura de vigas y columnas de hormigón armado en planta baja; c) Muros exteriores e interiores de ladrillos comunes macizos (de 16 cm. de espesor) sin revoques (ni exteriores ni interiores, salvo en el baño, en que se revisten de cerámica esmaltada); d) Carpinterías de madera semidura (las ventanas, con vidrio simple de 3 mm. de espesor, cuentan con postigos exteriores de madera).

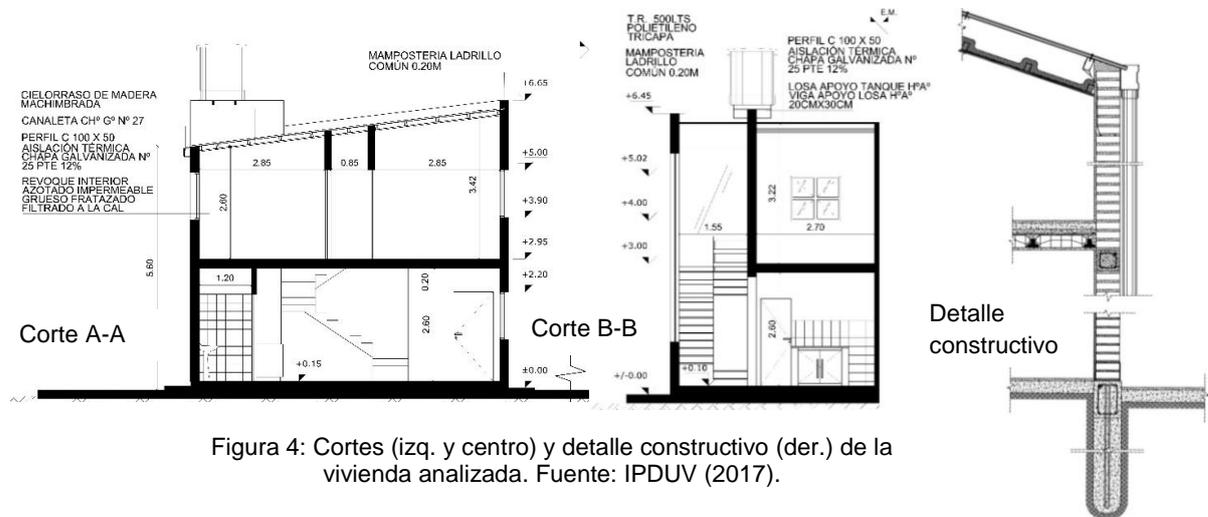


Figura 4: Cortes (izq. y centro) y detalle constructivo (der.) de la vivienda analizada. Fuente: IPDUV (2017).

## B. Definición del sistema de estudio y carga de datos en el Aplicativo informático

A partir del relevamiento completo de la vivienda, y como paso ineludible para la carga de datos en el aplicativo informático para determinar su IPE, se realizó el análisis preliminar para la definición del sistema de estudio. El procedimiento para la definición del sistema de estudio se estructura en los pasos siguientes (Secretaría de Energía de la Nación, 2020b):

1. *Identificación y clasificación de ambientes y espacios*, según tres posibles categorías: Ambiente Climatizado –AC- (espacio cerrado de uso permanente: estar, comedor, cocina, dormitorio, baño); Ambiente No Climatizado –ANC- (espacio cerrado de uso no permanente: cochera, lavadero, ático, depósito, quincho); y Espacio No Habitable –ENH- (espacio cerrado no accesible: entretecho sobre cielorraso, bajo escalera no accesible). Los ambientes como pasillos, pasos o escaleras, pueden clasificarse como AC o como ANC, según su emplazamiento dentro de la vivienda y la clasificación de los ambientes que comuniquen (Secretaría de Energía de la Nación, 2020b). Todos los ambientes interiores de la vivienda analizada se consideraron como ambientes climatizados –AC- (figura 5, izq.).

2. *Definición de zonas térmicas (ZT)*: Una ZT se define por un ambiente o conjunto conexo de ambientes climatizados (AC) a una temperatura de confort dada para el período de tiempo considerado (aunque existan variaciones espaciales de temperatura interna, se las considera despreciables). Dado que cada AC es en sí mismo una ZT, se pueden definir tantas ZT en una vivienda como AC haya. Pero para que el trabajo resulte más sencillo y ordenado se recomienda, cuando sea posible, considerar una única ZT por cada nivel de la vivienda (Secretaría de Energía de la Nación, 2020b). De esta manera se planteó en la vivienda analizada (figura 5, der.).

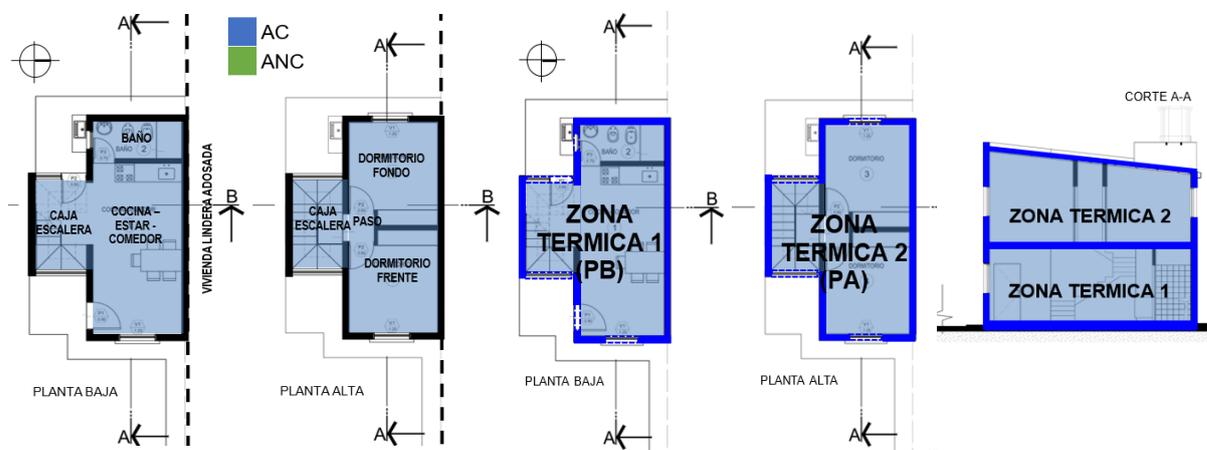


Figura 5: Izq., identificación y clasificación de ambientes; Der., definición de zonas térmicas en la vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

3. *Reconocimiento de la envolvente térmica*: La envolvente es el conjunto de elementos que delimitan físicamente a una ZT de la vivienda y la separan del exterior, de construcciones linderas, o de otros

ambientes. En la vivienda analizada, dicha envolvente es la señalizada en la figura 5, der., en espesor color azul.

4. *Identificación de los elementos de la envolvente térmica* (figura 6, izq. y centro): Ellos son partes de la envolvente, de composición homogénea que, considerando el flujo de calor, separan el interior de una ZT del exterior o de otros ambientes adyacentes (muros al exterior, solados, cubierta, aberturas). Un mismo elemento constructivo puede ser dividido en diferentes elementos de la envolvente térmica, si presenta diferentes soluciones constructivas a lo largo de su extensión (Secretaría de Energía de la Nación, 2020b).

5. *Identificación de los elementos internos a la zona térmica* (figura 6, der.): Ellos son los elementos constructivos que dividen ambientes climatizados dentro de una misma ZT (quedan, por lo tanto, en el interior de la ZT: muros internos, entresijos, escaleras).

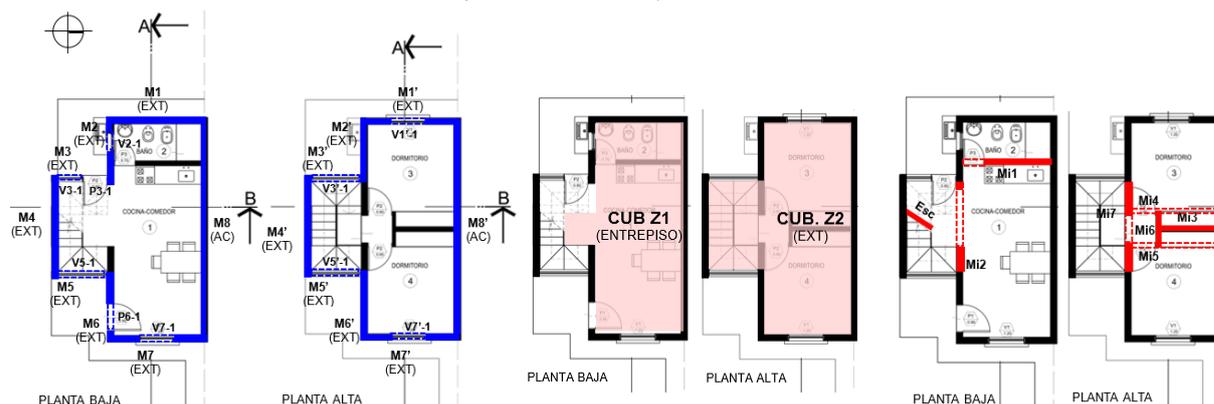


Figura 6: Identificación de elementos de la envolvente térmica: Izq., muros exteriores; Centro, cubierta; Der., definición de elementos internos a las zonas térmicas en la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

Definido el sistema de estudio, en función de las consideraciones expuestas, se procedió a cargar los datos de la vivienda en el aplicativo informático, debiendo detallar, como parte de la *Identificación de los elementos de la envolvente térmica*, los paquetes o soluciones constructivas de cada uno de los elementos definidos, su orientación, la existencia o no de elementos que arrojen sombras sobre ellos, entre otras cuestiones.

### C. Informe final de diagnóstico

A partir del trabajo realizado en las etapas anteriores, y habiendo completado la carga de datos de la vivienda en el aplicativo informático, se realizó una interpretación y evaluación de los resultados obtenidos, configurando un diagnóstico, que permite identificar las características más relevantes que inciden en el requerimiento energético de la vivienda, así como de los principales aspectos que presentan un potencial de mejora en el mismo sentido. Dichos resultados obtenidos comprendieron:

En cuanto a sus **características técnicas**, la relación de superficie cubierta / volumen habitable (factor de forma) de la vivienda expresa un *partido bastante compacto*. El *Factor de Intercambio Térmico Medio* (0,54) evidencia una situación intermedia entre la situación máxima (de toda la envolvente en contacto con el exterior) y la situación mínima (sin intercambio con el exterior, o con ANC o ENH adyacentes), dada la tipología de implantación apareada de la vivienda con el dúplex adyacente. En cuanto a la *transmitancia térmica de la envolvente*, en general es bastante alta, ubicando a los muros exteriores y al techo fuera de la categorización de niveles de confort propuesta por IRAM 11605 (IRAM, 1996), por tratarse de valores de transmitancia superiores a  $1,80 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (en el caso de los muros) y superiores a  $0,72 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  (en el caso del techo), que son los toques del nivel de confort "C" (mínimo aceptable) para verano en la zona bioambiental I (muy cálida – húmeda). Las aberturas, con su valor de transmitancia media, se encontrarían en una ligera mejor situación respecto a los muros exteriores y techo: pese a tratarse de ventanas de vidrios simple incoloro, las protecciones de postigos de madera representan un cierto beneficio. Los *coeficientes globales de intercambio térmico* de invierno y verano (el de verano, lógicamente mayor que el de invierno, ante una mayor ventilación de la vivienda en los meses cálidos) podrían considerarse valores bastante habituales en las viviendas de la ciudad de Resistencia. En relación a estos coeficientes, e inversamente proporcionales a ellos, las *constantes de tiempo* (mayor la de invierno respecto a la de verano), también podrían interpretarse como valores intermedios, típicos de viviendas unifamiliares. En cuanto a las **prestaciones energéticas** (tablas I, izq.), el mayor requerimiento se debería a calefacción (pese a que no hay capacidad de calefacción instalada, lo que penaliza su rendimiento

equivalente), seguido por el debido a refrigeración, luego por el de producción de agua caliente sanitaria, y por último por el de iluminación. No se consideran aportes por energías renovables (EERR), ya que la vivienda analizada no posee instalación solar térmica ni fotovoltaica.

En cuanto a las **características dinámicas**, en invierno, la *relación entre aportes y pérdidas térmicas* expresa que, por cada 100 unidades de pérdidas, se ganan unas 52 (tablas II, izq.). Por su parte, el *factor de utilización de los aportes gratuitos* indica que del total de las ganancias que se calcularon para el mes, un 75% se aprovecha para disminuir el requerimiento de energía para calefacción. El 25% restante llega en momentos en que no se las necesita y, por lo tanto, no son aprovechadas. En verano, la *relación entre aportes y dispersiones térmicas* expresa que, por cada 100 unidades de pérdidas, se ganan unas 144 (es decir, son más las ganancias que las pérdidas). Por su parte, el *factor de utilización de las dispersiones térmicas* indica que del total de las pérdidas que se calcularon para el mes, sólo un 53% se aprovecha para disminuir el requerimiento de energía para refrigeración (tablas II, izq.). El 47% restante se da en momentos en que no se las necesita y, por lo tanto, no son aprovechadas.

**En planta baja (ZT1):** En verano, la *relación entre aportes y dispersiones térmicas* expresa que, por cada 100 unidades de pérdidas, se ganan unas 144 (es decir, son más las ganancias que las pérdidas). Las mayores pérdidas térmicas invernales (junio) se dan a través de los muros de fachada y contrafachada, pero también a través de ellos tienen lugar las mayores ganancias solares aprovechables (figura 7, izq.). También a través del muro lateral de la caja de escalera tienen lugar importantes pérdidas térmicas invernales. A través de las ventanas de fachada (orientadas al Este) tienen lugar las mayores ganancias solares aprovechables en invierno. En verano (enero), las únicas dispersiones aprovechables se dan a través del piso, mientras que a través del resto de los muros de la envolvente exterior ocurren exclusivamente ganancias solares, especialmente a través de los muros de fachada y contrafachada (figura 7, der.).

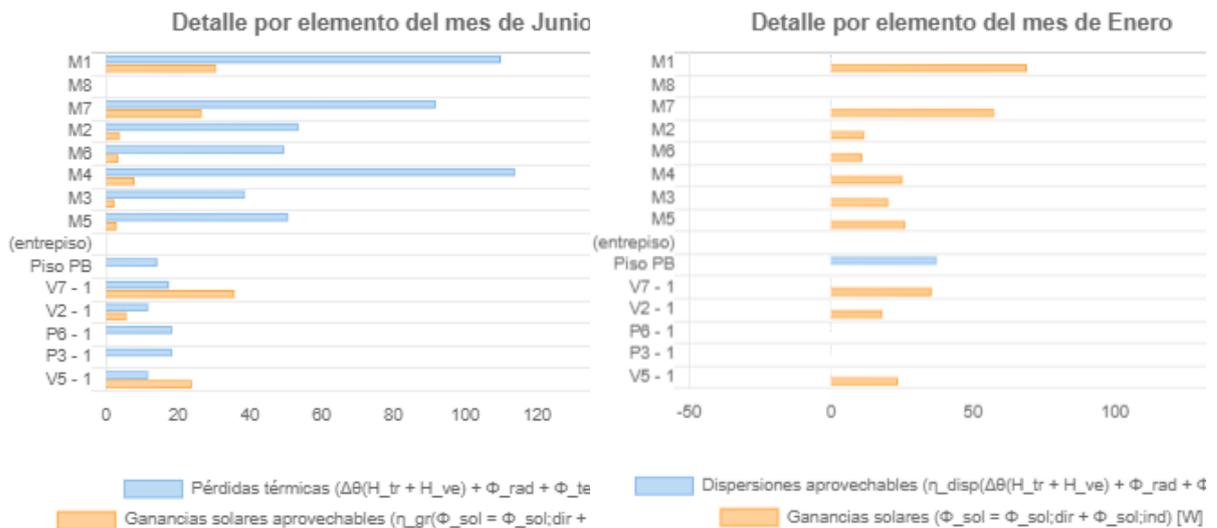


Figura 7: Comparativa de ganancias y pérdidas térmicas por cada elemento de la envolvente térmica de la planta baja de la vivienda. **Izq.**, situación en junio; **Der.**, situación en enero. Fuente: Elaboración propia según Secretaría de Energía de la Nación (2019).

**En planta alta (ZT2):** Las mayores pérdidas térmicas invernales (junio) se dan a través del techo (pero también se dan las mayores ganancias solares aprovechables). Le siguen las pérdidas a través del muro lateral de la caja de escalera y luego las pérdidas a través de los mismos muros que en Planta Baja también tienen las mayores pérdidas, es decir, los muros de fachada y contrafachada. A través de estos últimos, como contrapartida, también tienen lugar las mayores ganancias solares aprovechables. A través de las ventanas de fachada (orientadas al Oeste y Este, respectivamente) tienen lugar las mayores ganancias solares aprovechables en invierno. En verano (enero), las únicas dispersiones aprovechables se dan a través del techo, mientras que a través del resto de los muros de la envolvente exterior ocurren exclusivamente ganancias solares. Los mayores valores de ganancias solares también se producen a través del techo, duplicando y hasta triplicando las ganancias solares a través de los muros (entre los cuales los de fachada y contrafachada son los de mayores ganancias).

Para refrigeración, estas viviendas tienen equipos de refrigeración compactos de ventana. Para la producción de ACS, disponen de termotanques eléctricos o bien poseen duchas eléctricas instaladas.

#### D. Propuesta de mejoras, a partir del diagnóstico realizado

Se propuso un conjunto de recomendaciones específicas de mejora de eficiencia energética, evaluando el impacto de las mismas en el desempeño energético:

**Mejoras sobre la envolvente:** Ante la implantación de la vivienda en la ciudad de Resistencia, Chaco (zona muy cálida y húmeda, con muy reducidas amplitudes térmicas diarias), y dado que se trata de casos de vivienda construida y habitada, las propuestas de mejoras tuvieron en cuenta esta circunstancia, tratando de que las intervenciones resulten sencillas, lo menos destructivas posibles y considerando el menor entorpecimiento posible de la vida cotidiana de las personas.

- **Cubierta:** Para lograr que se pueda incluir en algún nivel de confort (de los propuestos por IRAM 11605, ya que la situación original ni siquiera se encuadra en el nivel mínimo aceptable definido), se agregó más espesor de aislación térmica en cubierta: se pasa de una aislación de fibra de vidrio de 2,5 cm. a una de 7,5 cm (se agrega un fieltro adicional de 5 cm. al ya existente). Las mejoras logradas en cuanto a transmitancia térmica se exponen en tablas III.
- **Muros exteriores:** Se agregó un revoque (se planteó, además, que sea termoaislante) al muro de ladrillo visto del lado exterior, para reducir las ganancias solares por color exterior oscuro del ladrillo visto original, así como por su superficie rugosa (el revoque posee superficie más lisa que el ladrillo visto, así como color más claro). Se trató, al mismo tiempo, de no ganar mucha inercia térmica en muros, dadas las muy bajas amplitudes térmicas diarias del clima local. Las mejoras logradas en cuanto a transmitancia térmica se exponen en tablas III.
- **Ventanas:** En su situación original, ya cuentan con postigos de madera. La mejora únicamente consistió en el reemplazo de los vidrios simples incoloros (3 mm) por vidrios coloreados en su masa (3 mm), lo cual no incide muy significativamente en su desempeño general.
- **Protección solar por vegetación:** Se trató de reducir las ganancias solares a través de la envolvente en épocas cálidas (pero al mismo tiempo, sin limitarlas en épocas frías) mediante la incorporación de sombreados en muros de fachada, contrafachada y muro lateral de caja de escalera, que fueron los detectados como aquellos a través de los cuales se producen las mayores ganancias solares estivales. Dichos sombreados se propusieron mediante árboles de hojas caducas.

**Mejoras sobre los sistemas activos** (instalaciones de refrigeración): se plantea mejorar la categoría de eficiencia energética de los equipos de climatización instalados: cambiar los equipos, categoría "C", por otros, categoría "B".

No se plantean aportes de EERR ni tampoco intervenciones en la producción de ACS ni Iluminación.

#### E. Comparación de desempeños

Se realizó una comparación entre los resultados obtenidos a partir de las mejoras propuestas (tablas I, II y III), respecto del diagnóstico inicial del caso base. Para cada una de las mejoras específicas se identificaron los indicadores más relevantes y su variación.

En cuanto a las **características dinámicas** con las mejoras (tablas II, der.), en invierno, se aumentó (y mejoró) el *factor de utilización de los aportes gratuitos* (del total de las ganancias que se calcularon para el mes, en la situación original un 75% se aprovecha para disminuir el requerimiento de energía para calefacción, en tanto que en la situación mejorada un 84% se aprovecha para disminuir dicho requerimiento. En verano, la *relación entre aportes y dispersiones térmicas*, que en el caso original expresa que por cada 100 unidades de pérdidas, se ganan unas 144 (es decir, son más las ganancias que las pérdidas), con las mejoras se reduce: por cada 100 unidades de pérdidas, se ganan unas 117, si bien siguen siendo más las ganancias. Por su parte, el *factor de utilización de las dispersiones térmicas* se mantiene igual que en la situación original.

Con las mejoras disminuyen, tanto los *coeficientes globales de intercambio térmico* de invierno y de verano, como los *coeficientes globales de intercambio térmico específicos*, lógicamente (tablas III), Asimismo, con las mejoras se logra disminuir las *ganancias solares* a través de los muros exteriores en verano, respecto a la situación original.

	<b>ORIGINAL</b> Requerimiento específico de energía (kwh / m <sup>2</sup> año)				<b>CON MEJORAS</b> Requerimiento específico de energía (kwh / m <sup>2</sup> año)		
	Útil	Neta	Primaria		Útil	Neta	Primaria
Calefacción	46	46	152	Calefacción	30	30	100
Refrigeración	68	28	92	Refrigeración	36	14	46
Producción ACS	11	16	52	Producción ACS	11	16	52
Iluminación	-	11	36	Iluminación	-	11	36
Requerimiento específico global de energía			332	Requerimiento específico global de energía			233
Contribución específica de energías renovables			0	Contribución específica de energías renovables			0
<b>IPE: Índice de Prestaciones Energéticas</b>			<b>332</b>	<b>IPE: Índice de Prestaciones Energéticas</b>			<b>233</b>

Tablas I: Comparativa de prestaciones energéticas de la vivienda. **Izq.**, situación original; **Der.**, situación con mejoras. Fuente: Elaboración propia según Secretaría de Energía de la Nación (2019).

<b>ORIGINAL</b>		<b>CON MEJORAS</b>	
<b>Características dinámicas</b>		<b>Características dinámicas</b>	
<b>Invierno</b>		<b>Invierno</b>	
Relación entre aportes y pérdidas térmicos	0,52	Relación entre aportes y pérdidas térmicos	0,51
Factor de utilización de los aportes gratuitos	0,75	Factor de utilización de los aportes gratuitos	0,84
Fracción del requerimiento obtenido de aportes gratuitos	0,39	Fracción del requerimiento obtenido de aportes gratuitos	0,43
<b>Verano</b>		<b>Verano</b>	
Relación entre aportes y dispersiones térmicos	1,44	Relación entre aportes y dispersiones térmicos	1,17
Factor de utilización de las dispersiones térmicas	0,53	Factor de utilización de las dispersiones térmicas	0,53
Fracción del requerimiento evitado por dispersiones térmicas	0,37	Fracción del requerimiento evitado por dispersiones térmicas	0,45

Tablas II: Comparativa de características dinámicas de la vivienda. **Izq.**, situación original; **Der.**, situación con mejoras. Fuente: Elaboración propia según Secretaría de Energía de la Nación (2019).

<b>ORIGINAL</b>		<b>CON MEJORAS</b>	
<b>Transmitancia media (Km) W / m<sup>2</sup> K</b>		<b>Transmitancia media (Km) W / m<sup>2</sup> K</b>	
Paredes	2,86	Paredes	1,92
Cubierta	1,17	Cubierta	0,53
Piso	0,70	Piso	0,70
Aberturas	2,79	Aberturas	2,79
<b>ORIGINAL</b>		<b>CON MEJORAS</b>	
<b>Invierno</b>		<b>Invierno</b>	
Coefficiente global de intercambio térmico (W/K)	327	Coefficiente global de intercambio térmico (W/K)	235
Coefficiente global de intercambio térmico específico (W / m <sup>2</sup> K)	7,01	Coefficiente global de intercambio térmico específico (W / m <sup>2</sup> K)	5,05
<b>Verano</b>		<b>Verano</b>	
Coefficiente global de intercambio térmico (W/K)	459	Coefficiente global de intercambio térmico (W/K)	345
Coefficiente global de intercambio térmico específico (W / m <sup>2</sup> K)	9,85	Coefficiente global de intercambio térmico específico (W / m <sup>2</sup> K)	7,41
Constante de tiempo (horas)	12,44	Constante de tiempo (horas)	17,13

Tablas III: Comparativa de coeficientes de intercambio térmico de la vivienda. **Izq.**, situación original; **Der.**, situación con mejoras. Fuente: Elaboración propia según Secretaría de Energía de la Nación (2019).

## F. Etiqueta de EE (considerando implantación en San Antonio de Obligado, Santa Fe)

El sistema del etiquetado de Eficiencia Energética (EE) se realiza en función del IPE obtenido para la vivienda: a determinados rangos de valores absolutos de IPE les corresponde una determinada letra de la Etiqueta (de la "A" -más eficiente, con el menor IPE- a la "G" -menos eficiente, con el mayor IPE-). Los rangos de valores absolutos de IPE asociados a cada letra de la etiqueta varían según la zona climática del país, y dado que aún dichos valores no se han definido para las provincias de la región nordeste del país (Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones no tienen aún posibilidad de obtener la etiqueta mediante el aplicativo, aunque sí pueden obtener el IPE), se resolvió, a efectos de obtener un etiquetado aproximado y de referencia (por asimilación), determinar la etiqueta de la vivienda analizada considerándola implantada en la ciudad de San Antonio de Obligado (Santa Fe), por su proximidad geográfica y porque, según la clasificación bioambiental de la Argentina definida en la norma IRAM 11603, dicha localidad pertenece a la zona bioambiental "Ib" (muy cálida y húmeda) (IRAM, 2012), al igual que la ciudad de Resistencia (Chaco). Para toda la provincia de Santa Fe, el aplicativo informático genera la correspondiente etiqueta de EE.

En estas condiciones, como se aprecia en la figura 8, para la vivienda en su situación original se obtuvo una etiqueta "G" (la última letra de la etiqueta, equivalente al desempeño menos eficiente, determinado por un alto requerimiento teórico de energía anual). Para la vivienda con las mejoras se obtuvo una etiqueta "F" (que pese a significar una mejora, aún representa un consumo muy alto de energía). Es necesario mencionar que, para la ciudad de San Antonio de Obligado, el aplicativo arroja un valor diferente de IPE, levemente superior al que arroja para la ciudad de Resistencia (tanto en la situación original de la vivienda como en la situación con mejoras). Hay que tener en cuenta, según se señalara precedentemente, que en las provincias que ya cuentan con una Ley de Etiquetado de EE de viviendas, como Santa Fe, dicha ley fija el año 2027 como el momento a partir del cual todas las viviendas de producción estatal que se construyan deberán poseer etiqueta "C", como mínimo.

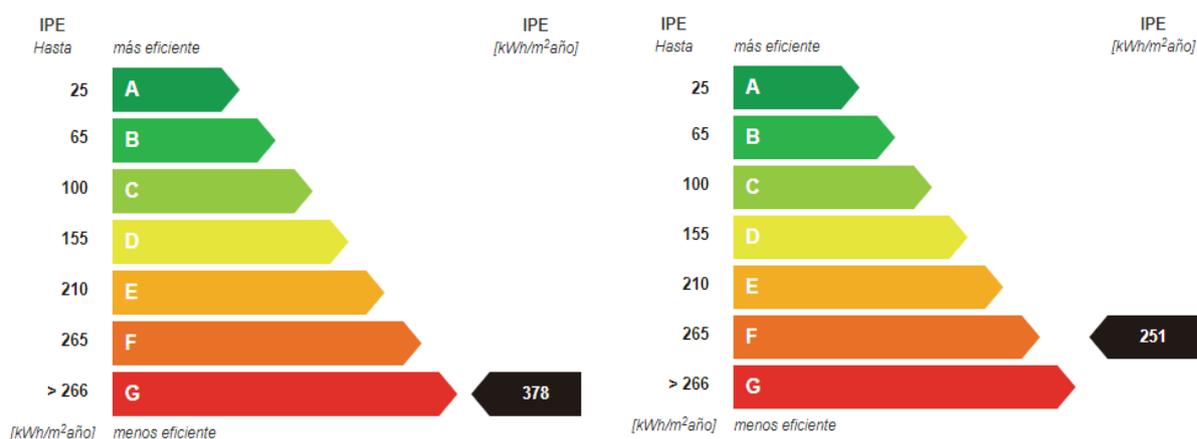


Figura 8: Etiqueta de EE obtenida para la vivienda (en San Antonio de Obligado, Santa Fe). **Izq.**, en situación original; **Der.**, con mejoras. Fuente: Elaboración propia según Secretaría de Energía de la Nación (2019).

## CONCLUSIONES

El rubro más significativo del consumo energético de viviendas locales, como la analizada, es el de climatización (acondicionamiento ambiental térmico interior).

El uso del aplicativo informático para determinar el IPE proporciona gran cantidad de información sobre parámetros de desempeño de la vivienda y sus diferentes conjuntos funcionales y elementos constructivos, lo que permite obtener conclusiones sobre el desempeño térmico, no sólo de la vivienda en su totalidad, sino también de cada componente que constituye su envolvente material: muros exteriores, techos, carpinterías, así como verificar posibilidades de mejoramiento de cada uno de ellos y su impacto en el valor final de consumo, con lo que representa una potente herramienta de análisis, tanto conceptual como instrumental. El grado de detalle de la información que genera brinda la posibilidad de identificar las situaciones de mayor incidencia en el requerimiento de energía, así como de visualizar el impacto de las posibles mejoras (o combinaciones de ellas) que eventualmente se propongan, en forma pormenorizada y con gran agilidad (dada la sistematización del procedimiento de cálculo que incorpora). En este sentido, con la propuesta de mejoras en la vivienda analizada el valor del IPE se redujo un 30% respecto a la situación original (de 332 a 233 kWh/m² año). El requerimiento de energía secundaria para refrigeración se redujo aprox. un 50% (bajó de 837 a 419 kWh/m² año), en tanto que el requerimiento de energía secundaria para calefacción se redujo aprox. un 60% (bajó de 1233 a 754 kWh/m² año), si bien no se verificó el uso de equipos de

calefacción en estas viviendas. Con la simple incorporación de sombreado mediante vegetación arbórea (de hojas caducas) sobre algunas paredes de fachada y contrafachada, se lograron reducciones en las ganancias térmicas de dichos muros en épocas cálidas.

Se destaca la necesidad de difusión de estas herramientas y sus alcances, a través de la divulgación, capacitación y sensibilización, no solamente de los actores con incumbencia en el diseño, planificación y ejecución del hábitat residencial, sino de la sociedad en general.

Es importante resaltar que cualquier análisis de mejora de la eficiencia energética edilicia puede interpretarse desde modelos conceptuales y metodológicos de evaluación, que incorporen una mirada totalizadora, integrando variables urbanas y arquitectónicas, pero también de uso, considerando las pautas de apropiación y comportamiento de quienes habitan los edificios, como base para generar una mejor solución arquitectónica. En este sentido, las evaluaciones térmicas y energéticas, de edificios en general y de viviendas en particular, no consideran suficientemente la incidencia del uso como factor determinante. La consideración de la dimensión humana resulta ineludible en una evaluación de eficiencia energética, desde una perspectiva más abarcativa.

## REFERENCIAS

- Alías, H. M. (2020). *Eficiencia energética para climatización de viviendas de producción estatal del nordeste argentino: modelo metodológico para su evaluación integral y calificación en el clima muy cálido – húmedo*. Tesis Doctoral inédita. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- Alías, H. M.; Jacobo, G. J. (2021). Energía para el acondicionamiento estival de viviendas de producción estatal en el clima cálido-húmedo del NEA, según distintos procedimientos de balances térmicos. *ADNea Revista de Arquitectura y Diseño del nordeste argentino*, 9, 106 - 117. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.30972/adn.095797>
- Donnet, F. (Noviembre 2021 - Abril 2022). Etiquetado de viviendas en el contexto del desarrollo sostenible. [Archivo PDF]. *AREA*, 28(1), pp. 1-13. Recuperado de [https://www.area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA2801/2801\\_donnet.pdf](https://www.area.fadu.uba.ar/wp-content/uploads/AREA2801/2801_donnet.pdf)
- Google. (s.f). [Imágenes satelitales de la ciudad de Resistencia, Chaco, en Google Earth]. Disponible en: [https://earth.google.com/web/@-27.25259223,-58.70388566,-87542.48403473a,95742.45761158d,35y,45.29572481h,23.55731385t,0.0001r?utm\\_source=earth&utm\\_campaign=vine&hl=es-419](https://earth.google.com/web/@-27.25259223,-58.70388566,-87542.48403473a,95742.45761158d,35y,45.29572481h,23.55731385t,0.0001r?utm_source=earth&utm_campaign=vine&hl=es-419)
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM] (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. (Nº de publicación IRAM 11605). Argentina: autor.
- IRAM (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. (Nº de publicación IRAM 11603). Argentina: autor.
- IRAM (2017). *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo*. (Nº de publicación IRAM 11900. Segunda edición). Argentina: autor.
- IRAM (2019). *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética*. (Nº de publicación IRAM 11900. Modificación Nº1). Argentina: autor.
- Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda de la provincia del Chaco [IPDUV] (2017). Av. Sarmiento 1801, Resistencia, Chaco.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Agencia Internacional de Energía [OCDE y IEA] (2015). *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas*. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00333.pdf>
- Prado, M. (2022). *Etiquetado de eficiencia energética de viviendas: la falta de decisión política demora su aplicación*. Recuperado de <https://tn.com.ar/economia/2022/02/14/etiquetado-de-eficiencia-energetica-de-viviendas-la-falta-decision-politica-demora-su-implementacion/>
- Secretaría de Energía de la Nación (2019). *Etiquetado de Viviendas. Aplicativo informático*. Recuperado de <https://etiquetadoviviendas.mecon.gob.ar/>
- Secretaría de Energía de la Nación. (2020a). Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas. Informe Técnico. [Archivo PDF]. CABA: Secretaría de Energía de la Nación. Recuperado de <https://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/>
- Secretaría de Energía de la Nación (2020b). *Manual de Aplicación Práctica para Certificadores. A MAP (C) Anexo A. Definición del sistema de estudio*. Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas. Buenos Aires: CEARE.