

Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales 2022

Docencia
Investigación
Extensión
Gestión



DOCENCIA
INVESTIGACIÓN
EXTENSIÓN
GESTIÓN



Dirección General

Decano Facultad de Arquitectura y
Urbanismo
Dr. Arq. Miguel A. Barreto

Dirección Ejecutiva

Secretaría de Investigación
Dra. Arq. Venettia Romagnoli

Comité Organizador

Herminia María ALÍAS
César AUGUSTO
María Victoria CAZORLA
Cecilia DE LUCCHI
Anna LANCELLE SCOCCHI
María Patricia MARIÑO
Aníbal PAUTAZZO
Lucrecia Mariel SELUY
Ludmila STRYCEK

Corrección de estilo

Cecilia VALENZUELA

Diseño y Diagramación

Marcelo BENÍTEZ

Edición

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional del Nordeste
(H3500COI) Av. Las Heras 727.
Resistencia. Chaco. Argentina
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

> Comisión evaluadora

ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos.
Resistencia, Chaco, Argentina. Octubre de 2023.

La información contenida en este volumen es
absoluta responsabilidad de cada uno de los autores.
Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la
información contenida en el presente volumen con
el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

**Zenón, Jorge A.
y Alías, Herminia M.**
jorgezenon16@hotmail.com

- Becario de investigación de pregrado - SGCyT-UNNE.
- Directora de beca de investigación. Doctora en Arquitectura. Prof. adjunta e investigadora FAU-UNNE. Instituto para el Desarrollo de la Eficiencia Energética en la Arquitectura (IDEEA). Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). Universidad Nacional del Nordeste (UNNE).

VALORACIÓN DE ESTRATEGIAS PASIVAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO (EPDA) EN VIVIENDAS DE RESISTENCIA Y CORRIENTES, SEGÚN NORMA IRAM 11900. UTILIDADES EN FASES TEMPRANAS DE DISEÑO

RESUMEN

Se exponen avances de un trabajo de investigación cuyo objetivo es aplicar la metodología de Valoración de Estrategias Pasivas de Diseño Arquitectónico (EPDA), incluida en la norma IRAM 11900, a viviendas de producción estatal de Resistencia y Corrientes, para determinar las combinaciones de estrategias más eficientes y su valoración objetiva en el clima cálido y húmedo. Se realizó un estudio de viviendas producidas por los institutos provinciales de Chaco y Corrientes. Se exponen los resultados obtenidos para tres casos de viviendas en cuanto a su valoración de EPDA y a la determinación del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE), mediante un aplicativo informático.

PALABRAS CLAVE

Acondicionamiento térmico; diseño pasivo; viviendas.

INTRODUCCIÓN

El tema refiere al estudio de la aplicación de la Norma IRAM 11900 (IRAM, 2017 y 2019) y específicamente de su apartado de valoración de *Estrategias Pasivas de Diseño Arquitectónico* (EPDA), a viviendas de producción estatal de Resistencia y Corrientes, incluidas en la zona bioambiental Ib: muy cálida y húmeda (IRAM, 2012), con miras a determinar las combinaciones más efectivas de dichas estrategias, desde el punto de vista del acondicionamiento ambiental térmico y de la reducción de la energía necesaria para lograrlo. La Norma IRAM 11900 (2017) establece asimismo el procedimiento de determinación del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE, un valor característico de consumo anual de energía primaria que demandaría la vivienda por metro cuadrado de superficie útil para funcionar normalmente: calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación) y, en función de este, realiza el etiquetado de eficiencia energética (EE) de viviendas. Dicha norma 11900, que desde el año 2019 ha incluido además el apartado de valoración de EPDA, tiene proyección de alcance nacional (Alías & Jacobo, 2021) a través de una Ley de *Etiquetado de Eficiencia*

Energética de Viviendas, que ya está vigente en algunas provincias del país (aún no en provincias del NEA). Por otra parte, la aplicación de la norma IRAM 11900 será obligatoria próximamente en todo el país en el ámbito de la vivienda de producción estatal, a partir de la entrada en vigencia de la revisión 2019 de los *Estándares Mínimos de Calidad para Vivienda de Interés Social* (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, 2019).

Las *Estrategias pasivas* son las acciones que no utilizan mecanismos activos (mecánicos o electromecánicos, que demandan el consumo de algún tipo de energía) para lograr un fin o cumplir una función (por ejemplo, para lograr y mantener condiciones aceptables de habitabilidad y bienestar en su interior). Constituyen un conjunto de decisiones en el proceso de diseño del edificio que permiten el acondicionamiento ambiental con una reducción del consumo energético para lograr condiciones de confort y uso adecuadas. Las EPDA que incluye IRAM 11900 (2019) son: 1) *aislación térmica*; 2) *inercia térmica*; 3) *protección solar*; 4) *ventilación natural*; 5) *captación solar*; 6) *humidificación* y 7) *entorno*. Se parte de considerar que la valoración de EPDA consti-

tuye un instrumento para mejorar la toma de decisiones de diseño (o de rediseño y rehabilitación) tendientes al acondicionamiento ambiental térmico de viviendas, reduciendo su demanda de energía para climatización electromecánica. Identificar y ponderar las estrategias de mayor importancia, en fases tempranas de diseño, posibilita un mayor aprovechamiento de los recursos arquitectónico-constructivos, con mayor eficiencia en el uso de energía para acondicionamiento ambiental.

DESARROLLO Y PRIMEROS RESULTADOS

Luego de un estudio de situación, antecedentes y un estudio normativo, y tras seleccionar seis casos de viviendas de gestión pública de Resistencia y Corrientes, se realizó la definición y caracterización (situacional / relacional-funcional / geométrico-constructiva) de dichos casos, a partir de información obtenida de los institutos de vivienda de Chaco y Corrientes (IPDUV, 2022; INVICO, 2022). Con el objetivo de ampliar alternativas, se analizó además un prototipo del Programa de Crédito Argentino del Bicentenario para la Vivienda Única Familiar (Procrear). A continuación (tabla 1), se exponen tres de dichos casos:

TABLA 1. SÍNTESIS DE PROTOTIPOS ANALIZADOS

INSTITUTO	VIVIENDA/ PROTOTIPO	IMPLANTACIÓN	MUROS	CARPINTERÍA	CIELORASO	CUBIERTAS
IPDUV	Digna": prototipo 2D standard - Programa Casa Propia (IPDUV – Chaco) – (53,77 m ²) "UNI V": prototipo INVICO (71,48 m ²) Casa MILAGRO (60 m ²)	Central entre medianeras, presenta un desfase en dos franjas horizontales, previendo una futura ampliación (que terminaría por compactarla una vez realizada)	Compuestos. Ladrillo macizo común + aislación lana de vidrio (-70 mm espesor –) + Placa yeso (interior)	Metálica. Vidrio transparente de 3 mm de espesor. Sin protección solar.	aislación lana de vidrio (-70 mm espesor –) + Placa yeso (interior)	Chapa de A°G°
InViCo		Apareada, comparte medianera lateral con la vivienda vecina, permite libera lateral opuesto y genera espacio de circulación de aire y de incidencia solar	Ladrillo cerámico hueco + aislación térmica (poliestireno expandido de 40 mm de espesor) +	Metálica. Vidrio transparente de 4 mm de espesor. Sin protección solar.	Aislación térmica (poliestireno expandido de 40 mm de espesor) + Placa de yeso tipo Durlock	Chapa H°G°.
Procrear		Central entre medianeras	Ladrillo macizo común + revoques completos (0,30 m de espesor)	Metálica. Vidrio transparente de 3 mm de espesor. Sin protección solar.	Aplicado de cal sobre losa de H°A°.	Plana, no accesible de losa llena de H°A°.

Fuente: elaboración propia según IPDUV (2022); InViCo (2022); Procrear (2021)



Figura 1. Izq., planta con zonificación térmica de "DIGNA". Der., volumetrías. Fuente: elaboración propia según IPDUV (2022)

REFERENCIAS

- Zona Térmica 1
- Zona Térmica 2
- Amb. No Climatizados
- Envolventes Exteriores
- Elem. Internos/median.

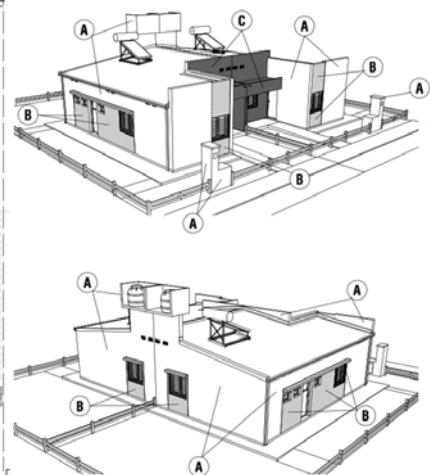


Figura 2. Izq., planta con zonificación térmica de "UNI V". Der., volumetrías. Fuente: elaboración propia según INVICO (2022)

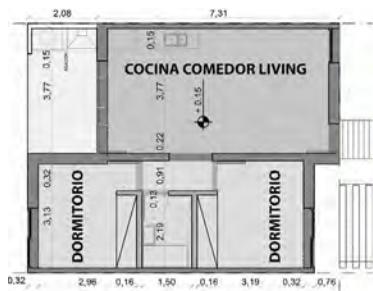


Figura 3. Izq., planta con zonificación térmica de "Casa Milagro". Der., volumetrías. Fuente: elaboración propia según PROCREAR (2021)

Las figuras 1, 2 y 3 muestran las divisiones en Zonas Térmicas (ZT) para posterior cálculo de IPE.

Tras esta caracterización se realizó, para las mismas viviendas, la

Valoración de Estrategias Pasivas de Diseño Arquitectónico (EPDA), según IRAM 11900 (2019). La valoración consistió en ir caracterizando y asignando puntajes, tabulados en la norma, a una serie de 23 parámetros característicos denominados Recursos Arquitectónico-Constructivos (RAC), según el modo en que ellos se hallen resueltos en la vivienda que se evalúa. La relevancia de cada RAC varía según el clima del sitio donde se analiza la vivienda y según su interrelación con el resto de los RAC aplicados (IRAM 11900, 2019). A través de cada RAC se impacta en alguna de las EPDA (de las siete mencionadas en la introducción), cuantificando el puntaje de aprovechamiento en el clima de que se trate (en este trabajo se consideraron las viviendas en las ciudades de Resistencia, Corrientes y Vera, Santa Fe). En función de la sumatoria de estos puntajes, se obtiene un puntaje general de la "vivienda evaluada" (Ve), que se compara con el puntaje correspondiente a la "vivienda de referencia" (Vr), dado por la norma, que se considera el mayor porcentaje posible de aprovechamiento de las EPDA

en el clima específico. Así se determina finalmente un porcentaje de aprovechamiento de las EPDA en la Ve respecto a la Vr, según la relación de puntajes obtenidos (tabla 2).

Varios de los RAC obtenidos para realizar la valoración surgieron del análisis y respectivas caracterizaciones de las viviendas mediante el empleo del aplicativo informático nacional de determinación del IPE, que entre sus resultados arroja los valores de transmitancia térmica media **Km** (W/m²K) de las diferentes partes de sus envolventes (muros, techos, pisos, aberturas), que sirven de base para ingresar a la tabla E.3 de IRAM 11900 (2019) y hallar los puntajes del recurso correspondientes. Los valores de los demás RAC surgieron de la caracterización de los tres prototipos mediante el estudio de sus respectivos legajos.

Los resultados generales obtenidos (tabla 2) muestran que la **Valoración del nivel de aprovechamiento de EPDA (V_{EPDA})** de los prototipos analizados se encuentra entre el 50 % y el 60 % respecto de sus referencias (Vr), lo cual se interpreta como un nivel medio a medio-bajo de aprovechamiento, que podría mejorarse modificando ciertos RAC. Por su parte, el pro-

totipo Procrear obtuvo muy bajo porcentaje de V_{EPDA} (35 % aprox.).

En paralelo, se realizó la determinación del Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) de los tres casos de vivienda (tabla 3), usando el aplicativo informático nacional (Ministerio de Hacienda, Secretaría de Energía, 2019) que sistematiza el procedimiento de cálculo de IRAM 11900 (2017), donde las transmisiones térmicas medias (**Km**) de paredes y techos de las viviendas de los institutos provinciales presentaron valores muy favorables (bajos), determinando un nivel óptimo a medio de confort higrotérmico, caso contrario al prototipo Procrear (**Km_{paredes}** = 2,01 W/m²K; **Km_{cubierta}** = 0,91 W/m²K).

En todos los casos, las aberturas presentaron valores muy altos (**Km** entre 4 y 5 W/m²K), volviéndose imperativo el uso de protección solar. En el valor final de IPE de cada vivienda, la mayor incidencia la representa el requerimiento para refrigeración (le siguen calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación). Queda en manos del proyectista, en fases iniciales de diseño, lograr las combinaciones de recursos y estrategias para lograr valores de IPE lo más reducidos posible. Una vez que la vivienda está construida, las "rehabilitaciones" resultan

TABLA 2. PLANILLA GENERAL PARA LA VALORACIÓN DE LAS EPDA, SEGÚN IRAM 11900: 2019 - VIV. "DIGNA"

(i)	Localidad: Resistencia, Chaco	Estrategias pasivas de diseño arquitectónico (EPDA) (%) (iii)										
(ii)	Tipo de clima: cálido											
N	Recursos arquitectónico - constructivos (RAC)	PR. E3	Puntaje Recurso PR (iv)	1. Aislación térmica / PPE (vi)	1-PIR (% de Impacto RAC en EPDA) (v)	PIR. E4	PPE	2. Inercia térmica / PPE (vi)	2-PIR (% de Impacto RAC en EPDA) (v)	PIR. E4	PPE	
1	Aislación térmica del techo	0,50	5,24	40	-	-	-	-	-	-	-	
2	Aislación térmica del muro exterior	1,00	6,55	25	-	-	-	-	-	-	-	
3	Aislación térmica de la ventana	0,75	3,93	20	-	-	-	-	-	-	-	
4	Aislación térmica del piso	1,00	0	0	-	-	-	-	-	-	-	
5	Inercia térmica del techo	0,00	-	-	0	25	-	-	-	-	0	
6	Inercia térmica del muro exterior	0,33	-	-	0,9	30	-	-	-	-	0,19	
7	Inercia térmica del piso	1,00	-	-	0,91	10	-	-	-	-	0,59	
8	Color externo del techo	0,66	-	-	0	0	1,63	12,5	-	-	0	
9	Color externo del muro	0,00	-	-	0	0	0	7,5	-	-	0	
10	Sombreado solar ventanas	0,25	-	-	-	-	2,23	45	-	-	-	
11	Sistemas solares pasivos directos	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	
12	Sistemas solares pasivos indirectos	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59	
13	Altura piso - techo	0,50	0	0	-	-	-	-	-	-	-	
14	Contacto con otras viviendas	0,75	0,98	5	-	-	-	-	-	-	-	
15	Obstáculos exteriores, sol verano	0,25	-	-	-	-	1,72	35	-	-	0	
16	Forma compacta - FAEP	0,00	0	2,5	0	5	-	-	0	5	0	
17	Proporción de ventana en muros	0,00	0	2,5	0	10	-	-	-	-	-	
18	Ventilación cruzada	0,25	-	-	-	-	-	-	1,91	55	-	
19	Ventilación selectiva	1,00	-	-	1,82	20	-	-	5,56	40	-	
20	Suelo exterior vegetación	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	2,21	
21	Obstáculos contra viento	1,00	-	-	-	-	-	-	0	0	-	
22	Superficie ventana en techo	-0,25	0	5	-	-	-	-	-	-	-	
23	Nivel de hermeticidad	1,00	1	5	-	-	-	-	-	-	-	
Cuadro RESUMEN				Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	
(vii)	Total vivienda evaluada	ve	18	-	3,66	-	5,6	-	7,5	-	4,9	-
(viii)	Total vivienda referencia	vr	26,2	-	9,1	-	19,7	-	13,9	-	11,7	-

FPDA (Tabla E2)

ESTUDIO EVALUACIÓN FINAL			
(ix)	Porcentaje de aprovechamiento de estrategias pasivas de diseño arquitectónico (Ve)	Σ	48
(x)	Porcentaje de aprovechamiento de estrategias pasivas de diseño arquitectónico (Vr)	Σ_{EPDA}	95
(xi)	Valoración del nivel de aprovechamiento de EPDA	V_{EPDA}	51

Fuente: elaboración propia según Alías (2021)

$$\text{Ponderación Parcial de Estrategia} \quad \text{PPE} = \frac{\text{PR} * \text{PIR} * \text{EPDA}}{100}$$

más onerosas y/o dificultosas. En función del valor de IPE, el aplicativo informático permite generar la **Etiqueta de Eficiencia Energética** de la vivienda, pero no aún para la totalidad de las provincias y zonas climáticas del país: para el NEA aún no se puede generar la etiqueta (dado que todavía no se definieron oficialmente las líneas de base, en función de las cuales se proponen los rangos de valores absolutos de IPE de cada letra de la etiqueta, de la A a la G). Sin embargo, a efectos de estimar la posible etiqueta que obtendrían las viviendas estudiadas en el clima muy cálido, se las consideró implantadas en la localidad de Vera (provincia de Santa Fe, para la que el aplicativo genera etiqueta), dada su proximidad geográfica y situación climática similar a la de Corrientes y Resistencia (incluida también en zona bioambiental I).

La tabla 3 resume comparativamente, para los tres prototipos analizados los valores de porcentaje de aprovechamiento de EPDA en la vivienda de referencia (V_r); porcentaje de aprovechamiento de EPDA en la vivienda evaluada (V_e); valoración del nivel de aprovechamiento de EPDA (V_{EPDA}) y el IPE (kWh/m² año), agregando la etiqueta de EE generada a partir de la ciudad de Vera. Se considera la posibilidad de alternar las implantaciones entre ciudades, para enriquecer las comparaciones.

PRIMERAS CONCLUSIONES

Los casos analizados, que resultan representativos de la producción residencial estatal (incluso el tercer caso también resulta representativo del sector privado), son susceptibles de mejorar, con rela-

tiva facilidad, su acondicionamiento ambiental térmico y reducir su demanda de energía consecuente, a través de instrumentos de análisis como la **Valoración de EPDA** (de carácter global, para un análisis general cualitativo) y la **determinación del IPE** (para un análisis cuantitativo de mayor precisión y detalle). Ambos permiten estudiar combinaciones de estrategias y recursos para identificar aquellos más convenientes desde el punto de vista de su aporte a la mejora del desempeño térmico y a la racionalización en el uso de energía para climatización, que resultan posibles sin necesidad de depender exclusivamente de estrategias activas de diseño (un recurso cada vez más escaso a escala mundial). Se detecta que las EPDA de mayor incidencia en el clima cálido son la **Aislación térmica** y la **Protección**

TABLA 3. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS TRES PROTOTIPOS EN CUANTO A VALORACIÓN DE EPDA, IPE Y ETIQUETA DE EE.

CIUDADES		IPDUV				InViCo				PROCREAR			
		DIGNA 2D programa Casa Propia				UNI V, prototipo INVICo				Casa Milagro, PROCREAR			
		V _e	V _{EPDA} [%]	IPE	Etiq.	V _e	V _{EPDA} [%]	IPE	Etiq.	V _e	V _{EPDA} [%]	IPE	Etiq.
RESISTENCIA	95	48	51	91	-	54	57	81	-	35	35	242	-
CORRIENTES	100	51	51	81	-	58	58	74	-	35	35	227	-
VERA	-	-	-	99	C	-	-	85	C	-	-	264	F

Fuente: elaboración propia.



solar, por lo que los RAC que inciden en ellas resultan aquellos que es prioritario atender y mejorar para aumentar su aprovechamiento. En una futura instancia de propuestas de mejoras de los casos analizados se indagará en 1) resoluciones para conservar la cubierta plana (con fuerte aceptación en cuanto al requerimiento de imagen formal en los últimos años) en el caso Procrear, pero con un diseño tecnológico-constructivo de las envolventes externas que permitan un mejor desempeño en el contexto climático del nordeste argentino; 2) una propuesta de diseño de los muros exteriores, así como de protecciones solares integrales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alías, H. M.** (2021). *Planilla en Ms. Excel para realizar la valoración de Estrategias Pasivas de Diseño Arquitectónico, según procedimiento establecido en apartado 4 de norma IRAM 11900: 2019*. Elaborada para dictado de curso en el marco de la Carrera de Posgrado de Especialización en Arquitectura Sustentable, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán (EAS-FAU-UNT).
- 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. <http://dx.doi.org/10.30972/adn.095797>
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación [IRAM]** (2012). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. (N.º de publicación IRAM 11603).
- IRAM** (2017). *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo*. (N.º de publicación IRAM 11900. Segunda edición, reemplaza a la primera, del año 2010).
- IRAM** (2019). *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética*. (N.º de publicación IRAM 11900. Modificación N.º 1).
- Instituto de Desarrollo Urbano y Vivienda de la Provincia del Chaco [IPDUV]** (2022). *Documentación técnica de prototipos de vivienda. Visita y entrevista realizada por J. Zenón a gabinete técnico*. Resistencia, Chaco.
- Instituto de Vivienda de Corrientes [INVICO]** (2022). *Documentación técnica de prototipos de vivienda. Visita y entrevista realizada por J. Zenón a gabinete técnico*. Corrientes Capital.
- Ministerio de Desarrollo Territorial y Hábitat, [PROCREAR]** (2021). *Documentación técnica de prototipos de vivienda*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/habitat/modelos-de-vivienda/milagro>
- Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación, Secretaría de Energía, Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética** (2019). *Etiquetado de Viviendas. Aplicativo informático*. <http://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/inicio>
- Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Secretaría de Vivienda** (2019). *Estándares mínimos de calidad para viviendas de interés social - Revisión 2019. Marco para la promoción de viviendas inclusivas, asequibles y sostenibles*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if-2019-72275570-apn-dhasyfmi.pdf>