

**EFICIENCIA ENERGETICA EN VIVIENDA:
APLICACIÓN DE NORMA IRAM 11900 Y USO DEL EVALUADOR ENERGÉTICO
EN PROTOTIPOS AISLADOS PARA BUENOS AIRES**

**Compagnoni, Ana María¹; Evans, John Martin²
Johanna C. arolina Zanone³ y Augspach, Rodolfo Pedro⁴**

Centro de Investigación, Hábitat y Energía (CIHE- FADU – UBA),
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.
Pabellón III Piso 4° Ciudad Universitaria, Núñez, Ciudad Autónoma de Buenos Aires C1428BFA, Argentina.
Tel: 011-4789-6274 - E-mail: anacompa03@yahoo.com.ar y evansjmartin@gmail.com

RESUMEN: Teniendo en cuenta el contexto energético local y el creciente interés del gobierno nacional en la implementación de medidas para el ahorro y la disminución de la demanda de energía, se han producido recientes avances en el desarrollo de normas para la promoción de la eficiencia energética en edificios. En este contexto, el presente trabajo tiene por objetivo la aplicación práctica de la Norma IRAM 11.900 en prototipos de vivienda aisladas para el área metropolitana de Buenos Aires y de la Planilla Evaluador Energético, a fin de evaluar su implementación en este tipo de edificios. Las conclusiones obtenidas han permitido demostrar que toda herramienta de evaluación o calificación tendiente a la disminución de la demanda debe considerar el edificio como un sistema de energía integral, evaluando tanto los aspectos morfológicos y tecnológicos de la envolvente como los factores de uso e instalaciones que inciden en el consumo.

Palabras clave: eficiencia energética; vivienda unifamiliar, variables de diseño

INTRODUCCIÓN

Ante la situación de crisis energética actual y los recientes aumentos locales en el costo de la energía, se han puesto en marcha acciones para el avance en el desarrollo de normas, a fin de promover la eficiencia energética en edificios para disminuir la demanda de los mismos orientada al acondicionamiento térmico. Si bien las condiciones climáticas del área metropolitana de Buenos Aires no revisten características extremas en este sentido, la alta densidad edilicia que la caracteriza, amerita el esfuerzo por minimizar el consumo de recursos para lograr confort en los edificios, especialmente teniendo en cuenta el fuerte crecimiento del parque edilicio en materia de hábitat residencial y la aún pendiente necesidad de satisfacer la demanda de viviendas destinada al usuario de bajos recursos.

En este contexto, la reciente aprobación de la Norma IRAM 11900 constituye un verdadero avance hacia la mejora de las condiciones edilicias con el fin de reducir la demanda de energía para calefacción. Esta norma desarrollada por el Subcomité de Eficiencia Energética de IRAM⁵ tiene como finalidad catalogar la eficiencia térmica de la envolvente en edificios, otorgando un etiquetado entre la “A” y la “H” según la eficiencia de la envolvente en temporada de calefacción. Sin embargo, se hace imprescindible la evaluación de la eficacia de la aplicación de la misma para diferentes tipos de edificios a fin de asegurar que los objetivos de su implementación no se vean malogrados por resultados no previstos.

Este trabajo inscripto en el marco del Proyecto UBACyT A405 2008-2010 tiene como objetivo mostrar los alcances de las planillas aplicadas, Norma IRAM 11.900 de etiquetado de eficiencia energética y Evaluador Energético desarrollado en el CIHE, como herramientas orientadas a promover el mejor desempeño energético de la envolvente edilicia. A tal fin se utilizaron como casos de estudio prototipos de viviendas aisladas para Buenos Aires, correspondientes a unidades de vivienda seleccionadas en etapas anteriores del proyecto y sus respectivas optimizaciones, para evaluar la incidencia de estas mejoras en los resultados de ambas planillas.

Teniendo en cuenta que “...la única variable controlable de la demanda es la envolvente por lo que las modificaciones sobre esta tienen mayor garantía sobre la vida útil del edificio” (IDAE, 1999) y que “la eficiencia energética de un edificio no puede determinarse solo a partir de la elección de un sistema constructivo que cumpla con las normas, sino que es necesario verificar su adecuación a la envolvente.....dependiendo tanto de variables tecnológicas como morfológicas y climáticas...” (Compagnoni, Evans 2005)., resulta de especial interés la comparación de estas dos herramientas de evaluación.

¹ Investigadora, Directora del Proyecto UBACyT A 405

² Investigador, Director del Centro de Investigación Hábitat y Energía y del Proyecto UBACyT

³ Pasante del Proyecto UBACyT A 405

⁴ Pasante del Proyecto UBACyT A 405

⁵ Instituto Argentino de Normalización

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo de este trabajo sobre tres prototipos de vivienda seleccionados del área metropolitana de Buenos Aires, se utilizaron en forma paralela la Planilla de cálculo Evaluador Energético desarrollada en el CIHE (Evans y de Schiller 2001) y la Planilla de aplicación de la Norma IRAM 11900, las cuales fueron optimizados para el ingreso de datos y facilitar la interpretación de los mismos. Los tres casos de estudio seleccionados se evaluaron en su versión original y sus modificaciones practicadas en trabajos anteriores a fin de mejorar la performance energética de la envolvente, arrojando un total de seis casos de estudio donde la unidad de análisis la constituye la envolvente edilicia. Los prototipos de unidades de vivienda originales y modificados utilizados son: INTI, Cassa-Forma (Moreno) y Banco Hipotecario Nacional (BHN).

Las modificaciones que sufrieron los prototipos son del orden tecnológico, morfológico y de orientación, que no son explicitadas en este trabajo por haber sido objeto de presentaciones anteriores (Compagnoni y Delbene 2009) De estas variables solo las dos primeras son contempladas en la norma IRAM, mientras que el Evaluador Energético considera además la incidencia de la tercera. A fin de evaluar la incidencia de las variables morfológicas y tecnológicas en el desempeño energético, se procedió a la comparación de los prototipos en sus diferentes instancias de intervención y entre sí.

Conjuntamente, se requirió de la confección de una planilla complementaria que resume la información de cada fachada, separando las superficies vidriadas, opacas y puertas, a la que se denominó Tabla Resumen de Envolvente. Esto facilitó la identificación de la proporción de material translucido y material opaco, en forma aislada para cada fachada y a la vez en cada prototipo. Esta Tabla Resumen (Fig. 1), permitió obtener además distintos coeficientes para después establecer relaciones con la demanda de energía y comparar los resultados entre prototipos. Uno de ellos es el “coeficiente de superficie”, como relación entre la superficie total de envolvente y la superficie de piso, otro es el “factor de forma”, relación entre la superficie de envolvente y el volumen construido y finalmente el “coeficientes de acristalamiento” como porcentaje de superficie vidriada en relación a la superficie opaca. De esta forma, se pudo detectar por ejemplo cómo en una primera instancia los prototipos tenían de 16%, 5% y 8% (BHN, INTI y Moreno respectivamente) de superficie vidriada y luego de las modificaciones los tres unificaron la superficie vidriada en aproximadamente un 10% cada uno.

Componentes		Original			Modificado		
		BHN	INTI	Moreno	BHN	INTI	Moreno
Fachada 1	Muros	16.27	25.74	18.24	40.37	18.41	18.9
	Puertas	0	0	1.64	1.85	2.04	0
	Vidrio	9.03	3.75	2.36	1.94	4.67	1
	Acristalamiento (%)	56%	15%	13%	5%	25%	5%
	Total	25.3	29.49	22.24	44.16	25.12	19.9
Fachada 2	Muros	0	14.61	23.25	4.58	23.84	23.22
	Puertas	0	0	0	0	0	0
	Vidrio	0	0.72	0.12	0	3.47	1.1
	Acristalamiento (%)	-	5%	1%	0%	15%	5%
	Total	0	15.33	23.37	4.58	27.31	24.32
Fachada 3	Muros	19.65	24.67	21.35	38.13	28.35	16.9
	Puertas	1.85	1.54	0	1.96	1.61	0
	Vidrio	3.8	0	1	13.93	2.06	3
	Acristalamiento (%)	19%	0%	5%	37%	7%	18%
	Total	25.3	26.21	22.35	54.02	32.02	19.9
Fachada 4	Muros	9.5	25.89	18.6	26.81	20.61	20.13
	Puertas	0	2	1.2	0	0	1.24
	Vidrio	0	0	3.36	0	0	2.36
	Acristalamiento (%)	0%	0%	18%	0%	0%	12%
	Total	9.5	27.89	23.16	0	20.61	23.73
Total Envolvente	Muros	80.92	90.91	81.44	156.94	91.21	79.15
	Puertas	1.85	3.54	2.84	3.81	3.65	1.24
	Vidrio	12.83	4.47	6.84	15.87	10.2	7.46
	Total Envolvente	170.6	141.77	142.7	271.69	147.68	139.43
Medianera	35.5	0	0	47.05	0	0	
Techo 1	75	42.85	39.98	60.66	42.62	39.98	
Techo 2	0	0	11.6	34.41	0	11.6	
Total Techos	75	42.85	51.58	95.07	42.62	51.58	
Piso	68.19	42.85	41.69	95.08	42.62	43.65	
Perimetro de Piso	37	29.3	33.89	57.45	32.34	33.89	
Volumen construido	177.294	149.975	112.563	285.24	127.86	117.855	
Altura de Locales (promedio)	2.6	3.5	2.7	3	3	2.7	
Coficiente K de Muros exteriores	1.57	1.7	0.42	0.73	0.8	0.42	
Coficiente K de Medianeras	1.57	-	-	0.73	-	-	
Coficiente K de Techo 1	0.9	0.45	0.42	0.63	0.45	0.42	
Coficiente K de Techo 2	-	-	0.42	0.38	-	0.42	
Coficiente K del vidrio	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	
Coficiente K de Puertas exteriores	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	
Coficiente de sup.	2.50	3.31	3.42	2.86	3.47	3.19	
Coficiente de Acristalamiento	15.86	4.92	8.40	10.11	11.18	9.43	
Porcentaje de Acristalamiento	16%	5%	8%	10%	11%	9%	
Factor de Forma	0.96	0.95	1.27	0.95	1.16	1.18	
G Simplificado	1.96	1.73	1.3	1.559	1.41	1.04	

Fig.1- Tabla Resumen de Envolvente para el ingreso de datos y coeficientes derivados.

Ingreso de Datos

Para ambas planillas se utilizaron los datos climáticos correspondientes a la estación meteorológica de San Miguel por ser los más representativos de condiciones suburbanas para Buenos Aires. Ambas requieren el ingreso de los diferentes componentes constructivos de la envolvente en contacto con el exterior (cerramientos opacos y translucidos) con sus correspondientes coeficientes de transmitancia térmica "K", obtenidos de la Planilla "Cal-K" (Evans y Compagnoni, 2001), considerando estos en su versión original y su modificación para cumplir con el nivel B de las Norma 11605.

Planilla IRAM 11900

En el punto 1 de la planilla se consideró como unidad funcional el de "Edificio aislado indiviso", salvo en el caso BHN, que se consideró entre medianeras. Los puntos 3, 4 y 6 (techos, muros y muros medianeros) varían según el proyecto adaptándose a cada caso particular. Para el punto 5 (ventanas y puertas) se adoptó en todos los casos el mismo tipo de puerta común de aluminio con igual coeficiente de transmitancia térmica K , pero diferentes dimensiones según cada caso de análisis. Para el ingreso de datos de las ventanas, teniendo en cuenta que se trata de vivienda de interés social, en todos los casos se seleccionó del menú desplegable que la planilla posee cargado por defecto, la opción "Vidrio incoloro común". No se consideraron para estos casos la superficie de piso por tratarse de pisos en contacto directo con el suelo. Las medianeras, para el caso BHN, se consideraron sin calefacción del espacio adyacente. La diferencia de temperatura que supone el cálculo de las pérdidas de calor es la mitad de la diferencia entre la temperatura de aire interior y el exterior. La temperatura interior de diseño viene predeterminada en 20° C a fin de que los resultados resulten comparables.

Finalmente esta planilla arroja como resultado final un resumen de los datos de cada tipo de elemento constructivo, el valor de τ promedio ponderado de estos elementos (diferencia de temperatura entre la superficie interior de cada elemento de la envolvente y la temperatura interior de diseño), con la categoría de la etiqueta del edificio o unidad funcional, los cuales se utilizaron para evaluar comparativamente los tres prototipos.

Planilla Evaluador Energético

En esta planilla, los datos ingresados se complementan con las pérdidas por infiltración en función de la calidad de las carpinterías, seleccionando 1 renovación por hora en todos los casos. También se consideraron las pérdidas por piso, para lo cual se eligió la opción "losa en contacto con el suelo sin aislar". En la Hoja "sol y viento" se ingresaron las condiciones de respecto de la orientación de superficies acristaladas para determinar las ganancias solares y las pérdidas por exposición al viento según condiciones propias y de contexto. Se estimó una ganancia de 45W por cada metro cuadrado de superficie acristalada que se encuentra orientada hacia el norte, con un margen de 45° de desviación este y oeste., correspondiendo además con una densidad de ocupación media, considerando posibles obstáculos que pueden incidir en las ganancias o en las pérdidas por envolvente.

En la hoja "Interior", se optó por una temperatura interior de diseño común en 18° C como temperatura mínima de confort de invierno para viviendas de interés social. Se adoptó esta temperatura teniendo en cuenta que por ganancias internas la misma puede elevarse de 18° C a 20° C (Evans 2009). En cada prototipo varía la cantidad de ocupantes siendo 6 para el prototipo de BHN, 4 para el de Moreno y 2 para el de INTI en función de la cantidad de dormitorios. Se consideró una ocupación promedio de 16 hs para todos los prototipos y una ocupación con ganancias normales por equipamiento.

Por último, en la hoja "Energía" se cargó el costo fijo y el costo variable según m³, más impuestos, extraídos de la factura de gas para estimar el consumo de energía en kWhr de cada uno de los prototipos y de cada modificación de los mismos. Se consideró como sistema de calefacción el sistema por tiro balanceado eficiente con controles de tipo manual.

Esta planilla arroja como resultado el Coeficiente "G" de pérdidas por envolvente según IRAM 11604, lo cual permitió comparar la eficiencia de la envolvente de cada prototipo en relación a su solución tipológica y constructiva. Así también los gráficos de torta correspondientes permiten observar los porcentajes de pérdidas que representa cada parte de la envolvente. Sin embargo estos últimos distribuyen porcentajes que no toman en cuenta la variación real entre un modelo y otro. Es decir que, de existir una disminución de pérdidas netas entre el original y el modificado, los porcentajes podrían mantenerse similares, sin poderse apreciar esta disminución a través del gráfico. Aún así se hace evidente que las grandes pérdidas son causadas preponderantemente por las paredes exteriores y medianeras en los prototipos originales, trasladándose en los modificados a las aberturas que no han sufrido variación.

Esta nueva versión del Evaluador Energético arroja además las curvas de demanda de energía para responder: a la temperatura de diseño "Base 18° C"; al considerar la incidencia de aspectos de "Diseño y Uso" o al incluir las "Instalaciones" para lograr confort en invierno. Estas curvas permiten observar como varía la demanda y evaluar la incidencia de las modificaciones sobre un mismo prototipo; entre un prototipo y otro, así como el efecto de las orientaciones en la demanda de energía de cada prototipo, producto de las ganancias solares diferenciadas en cada caso. Fig. 3

En todas las rotaciones efectuadas, las modificaciones al prototipo original prevén un reacomodamiento de las ventanas para mejorar asoleamiento, y en algunos casos también se han agregado ventanas o sustituido unas por otras. Siendo los prototipos totalmente ortogonales, en las orientaciones intermedias se consideran las aberturas de dos fachadas NE y NO.

Se elaboró además un cuadro de superficies vidriadas por prototipo para calcular porcentajes de vidrio bien orientado y las ganancias correspondientes por orientación, que sirvió como complemento al leer las curvas de demanda de energía. Esta comparación entre orientaciones permitió observar que al orientar bien dos fachadas, el consumo disminuye notoriamente, por lo que las orientaciones intermedias bajan considerablemente su demanda con respecto a las francas. Se puede también identificar que en este caso los prototipos sur, este y oeste presentan las condiciones más desfavorables y la orientación norte una situación intermedia. Cabe aclarar que la orientación nominal de los prototipos responde a la ubicación de los accesos.

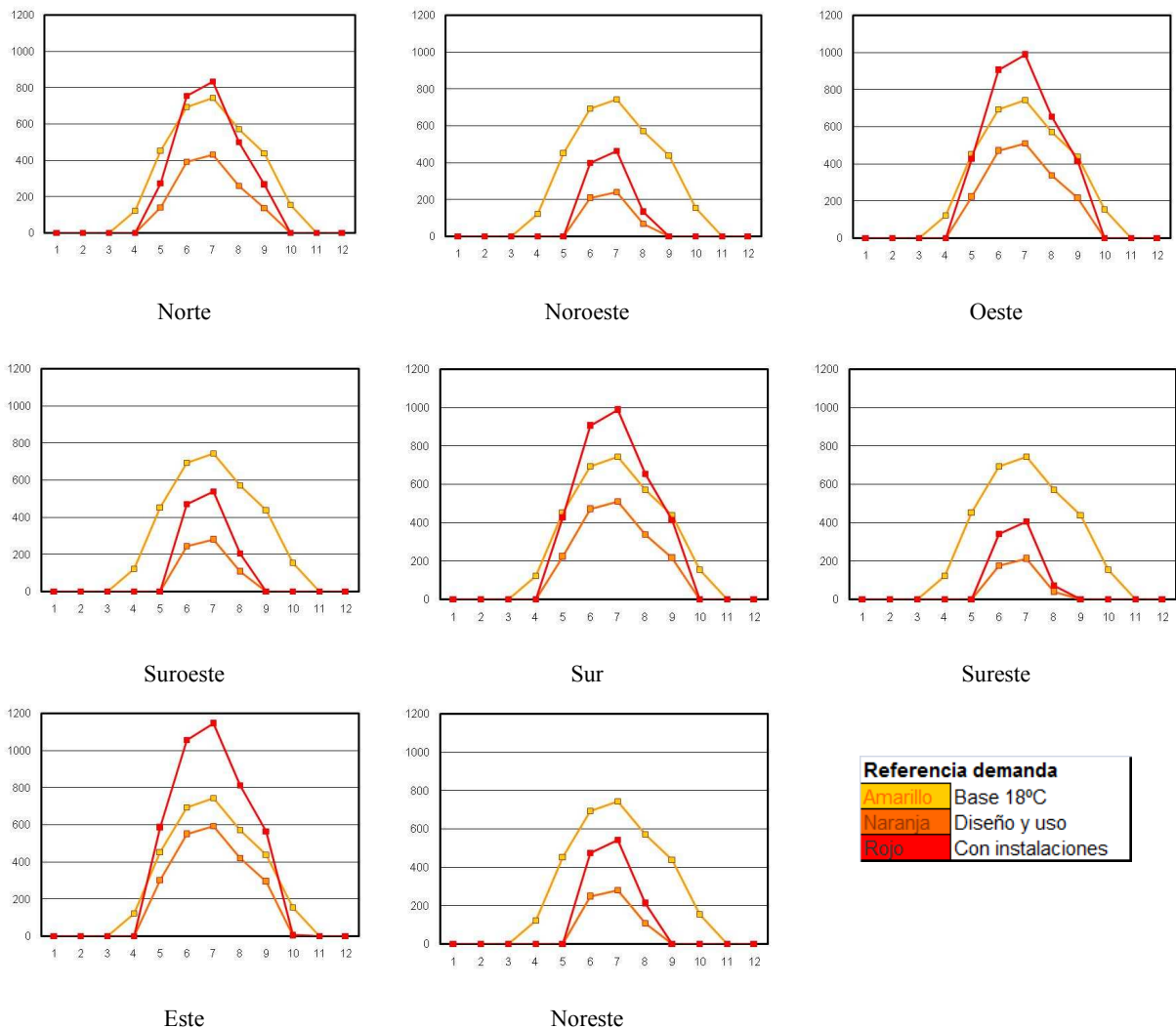


Fig. 2: Prototipo INTI: Variación de la curva de demanda de energía para acondicionamiento, según orientación, medidas en kWhr/mes-

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Planilla IRAM 11900

A modo comparativo, los gráficos de las figuras 3, 4 y 5 muestran las variaciones de superficie y de los valores del τ promedio que surgen de la planilla electrónica IRAM para cada una de las tres instancias de modificación del prototipo (Original, modificado en tecnología (o Nivel B) y modificado en tecnología y morfología).

BHN: En la figura 3 se observa cómo cambia el τ promedio para cada elemento de la envolvente en las tres instancias de modificación del prototipo. Se destacan las ventanas y puertas por su τ promedio alto, pero se observan que en todos los elementos disminuyó la temperatura (aún en carpinterías) y, aunque la superficie de todos los componentes aumentó con los cambios morfológicos, los resultados son favorables en cuanto al τ promedio de todo el edificio. Este prototipo pasa de la etiqueta H a la F en su modificación tecnológica y adquiere la calificación E con las modificaciones morfológicas.

INTI: En los gráficos de la Figura 4, puede observarse que la superficie aumenta levemente (5% del total) en la tercer instancia. Aún así, se destaca un considerable aumento en la superficie de aberturas, que se traduce en un empobrecimiento en el desempeño energético, reflejándose en el gráfico del τ promedio. Este prototipo con etiqueta H original llega a la E en su modificación de índole tecnológica, y desciende a la calificación F con las modificaciones morfológicas. Teniendo en cuenta que el ítem “Ventanas y puertas” resultó especialmente crítico en este caso, a modo de prueba se aplicaron mejoras a las carpinterías, logrando un significativo aumento del τ promedio con tan solo incorporar persianas de enrollar en ventanas, que lo hicieron recuperar la etiqueta E de la norma.

MORENO: Este prototipo original a pesar de poseer Nivel “B” según norma IRAM 11605, el resultado obtenido de la aplicación de la norma IRAM 11900 fue la etiqueta “D”. Las modificaciones realizadas no han logrado un cambio en el etiquetado ya que la diferencia obtenida en el τ promedio fue de 0.02°C , correspondiente a variaciones de superficies entre el modelo original y el modificado: el modelo modificado posee 1.6 m^2 menos de superficie, así como también menor superficie de ventanas, puertas y muros.

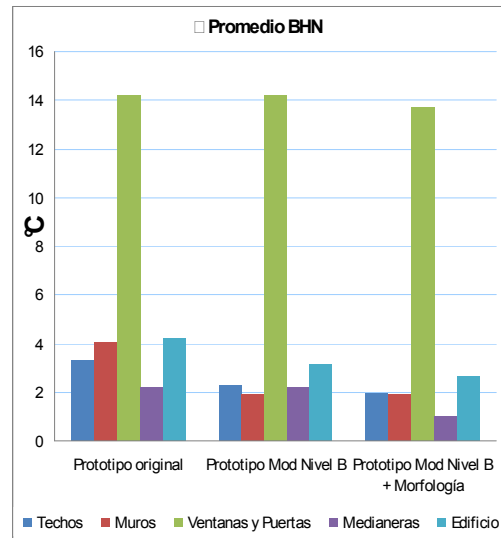
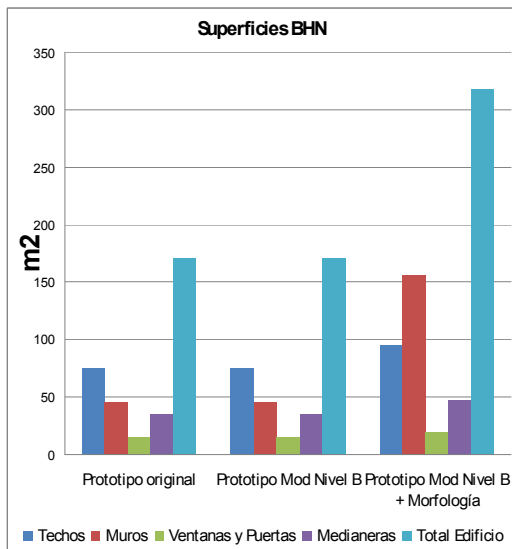


Fig. 3 Cuadro comparativo entre variación de superficies y variación de τ promedio del prototipo BHN

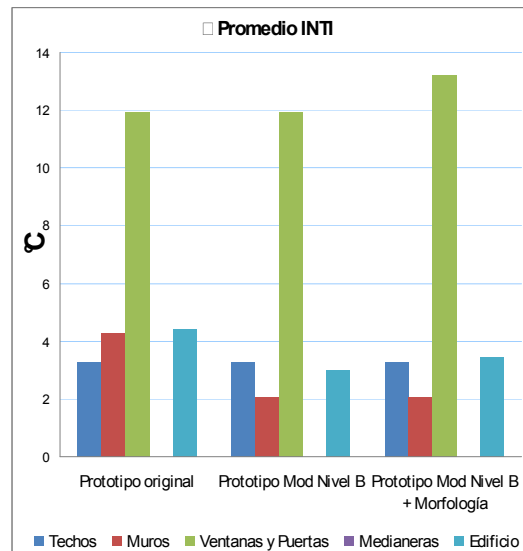
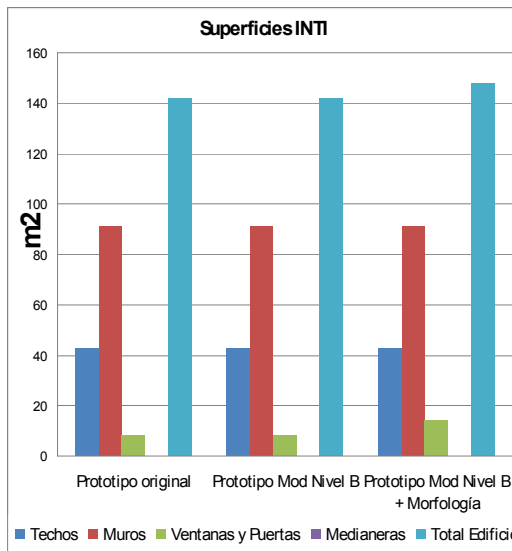


Fig. 4- Cuadro comparativo entre variación de superficies y variación de τ promedio del prototipo INTI

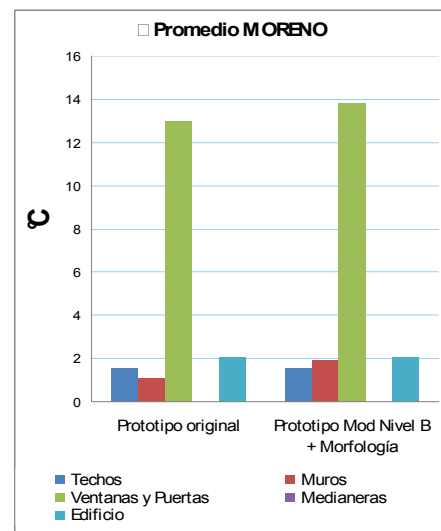
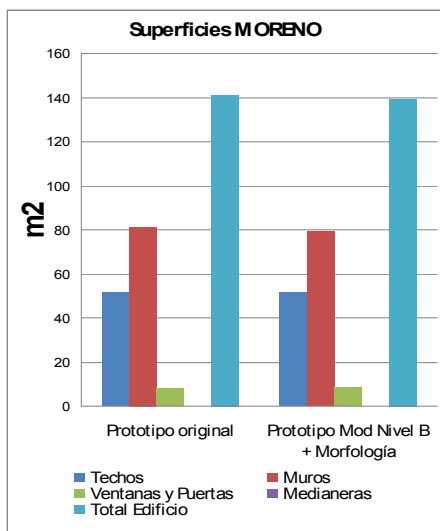
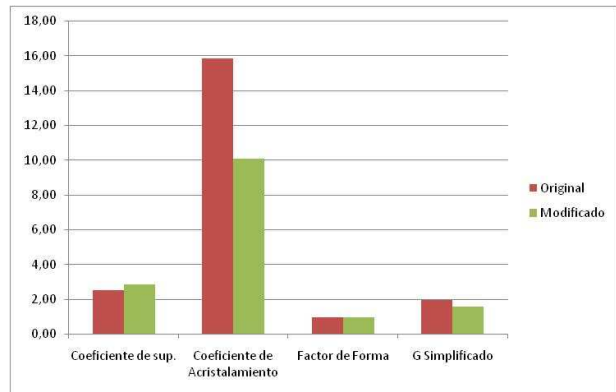


Fig. 5- Cuadro comparativo entre variación de superficies y variación de τ promedio del prototipo Moreno

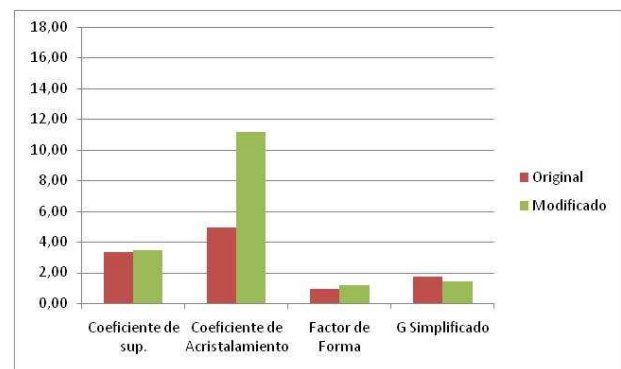
Síntesis de coeficientes

A modo de síntesis de las características de la envolvente de cada caso, se analizaron los coeficientes que surgen de la Tabla Resumen desarrollada al comienzo del trabajo. Esto permitió comparar los mismos con los coeficientes de G simplificado que surge n del Evaluador Energético. Fig. 6.

BHN En este caso se puede observar como han incidido los cambios morfológicos. Si bien la superficie acristalada ha aumentado de 12,83, a 15,85 m², el coeficiente de acristalamiento bajo de 16% a 10%. El factor de forma permanece casi igual, pero aumenta el coeficiente de superficie, lo cual indica que se ha hecho un eficiente aumento de la superficie con un aumento controlado de la envolvente. Lo más importante y concluyente es como baja el "G simplificado" de 1,96 a 1,559.



INTI Se puede observar que el coeficiente de acristalamiento ha aumentado casi tres veces su proporción, y como este aumento se da en la fachada norte, el mismo se traduce en ganancias. Se ha procurado mantener los tamaños de los locales interiores intentando sólo potenciar la distribución de la planta, por eso es que si bien los coeficientes de superficie y el factor de forma varían, el cambio es casi imperceptible, y se logra disminuir el "G simplificado".



MORENO: El aumento más importante que se aprecia en éste gráfico se observa en el coeficiente de acristalamiento, aumentando de 8% a 9%. El aumento es muy leve así como también se observa que el "G simplificado" sufre una pequeña disminución. En general todos los coeficientes se mantienen sin variaciones significativas en este prototipo ya que es el que en mejores condiciones se encontraba desde un principio y menores cambios sufrió.

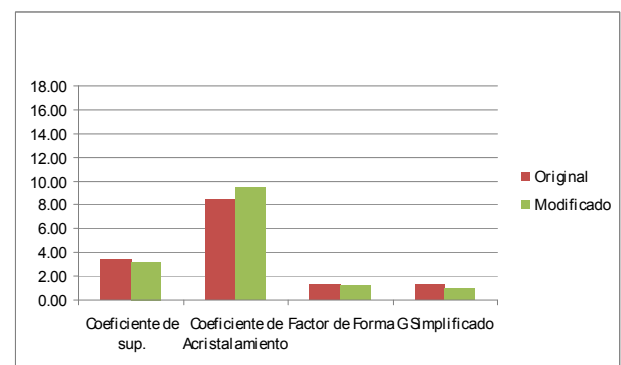


Fig. 6- Cuadro comparativo de coeficientes entre prototipos

Comparaciones de resultados del Evaluador Energético

La Figura 7 muestra las pérdidas expresadas en W/K, de todos los prototipos. Se observa que las mismas adquieren especial relevancia en el caso del prototipo BHN, esto se debe inicialmente a una diferencia volumétrica entre prototipos, donde los BHN son considerablemente más grandes. Sin embargo, este gráfico aislado no resulta tan relevante como lo es al relacionarlo con el de la Fig. 8 el cual muestra las pérdidas por metro cuadrado de cada prototipo, indicando entonces cuanto es realmente el ahorro entre cada prototipo original y su modificado al considerarlo en relación a la superficie cubierta.

Se puede apreciar que aunque el prototipo BHN computa más pérdidas netas, el del INTI resulta el menos eficiente en las modificaciones en función de los pocos metros cuadrados construidos. Tal es así, que el mayor ahorro es generado en este prototipo, siendo el mismo de un 15% del total. También, se observa que, si bien en todas las modificaciones se han logrado ahorros en términos de pérdidas por metro cuadrado, este no alcanza el nivel que tiene el prototipo de Moreno aún presentando poca variación respecto de su condición original. Esto permite deducir que las pérdidas ocasionadas por el mayor desarrollo de la envolvente en el caso del prototipo BHN, fue superada en términos de demanda de energía por las ganancias solares debido al apropiado uso de los aventanamientos en una orientación óptima y a la protección del prototipo en dos de sus medianeras que, contrariamente a lo que sucede en los demás casos, no están expuestas al exterior.

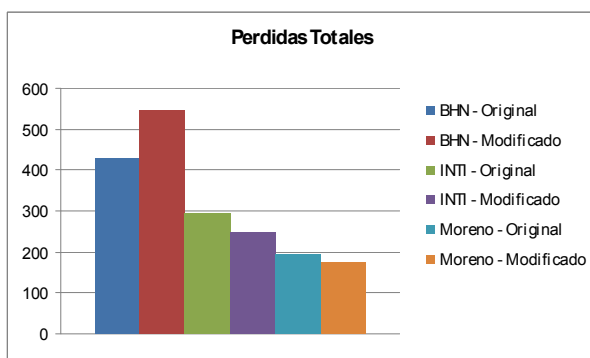


Fig. 7- Pérdidas en W/K totales de todos los prototipos

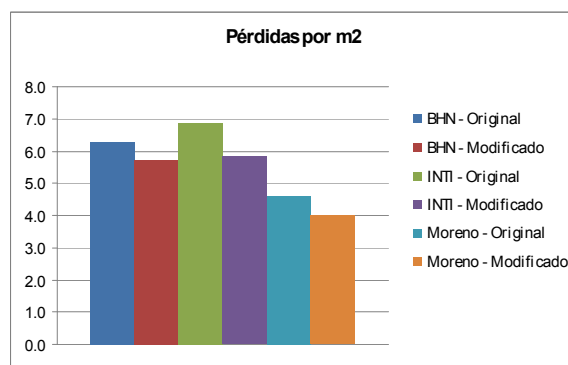


Fig. 8 – Pérdidas en W/K /m² de todos los prototipos

Para un más profundo análisis la figura 9 muestra las ganancias de los prototipos originales, de los prototipos modificados, y de los prototipos modificados en su mejor orientación, con una "óptima" ganancia. Se observa que, el INTI original resulta ser el prototipo con menores ganancias solares por aventanamientos por lo que su versión modificada y su versión óptima presentan grandes beneficios en este sentido. En el BHN la versión modificada resultó ser óptima y en el caso del Moreno se ve claramente que la primer modificación no superó al original pero se consiguió este objetivo en la orientación NO.

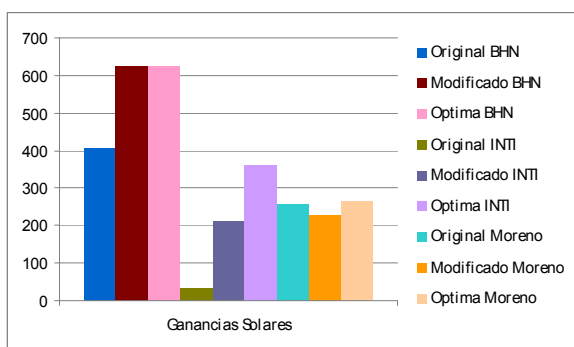


Fig.9- Ganancias Solares en Watts de prototipos originales, modificados y en su mejor orientación

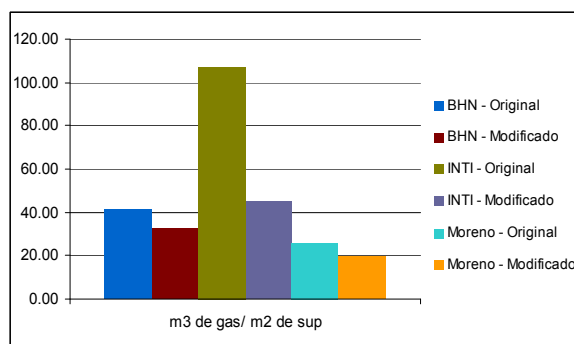


Fig. 10- Consumo por unidad de superficie

Analizando los consumos de gas para acondicionamiento térmico de invierno en relación a los m2 de superficie construida, Fig. 10, se observa la diferencia de consumo entre el prototipo INTI original y los otros prototipos originales como consecuencia directa de ser la unidad con mayores pérdidas sobre metro cuadrado. Sin embargo logra mayor aumento en las ganancias solares en su versión modificada obteniendo el mayor ahorro en relación a su versión original. Aún con modificaciones, el consumo por metro cuadrado supera los niveles de consumo de los otros prototipos. Contrariamente, el prototipo Moreno es el de menor consumo desde su versión original. Por lo tanto es el que menos modificaciones sufrió en su proceso de optimización, lo cual se ve reflejado en la similitud de resultados entre la versión original y la modificada.

Comparación de resultados entre la Planilla IRAM y la Planilla Evaluador Energético

A modo de cierre de este trabajo se compararon resultados obtenidos de la aplicación de ambas planillas a los fines de evaluar beneficios y dificultades en la aplicación de ambas herramientas para la promoción del ahorro y la eficiencia energética en viviendas.

CONCLUSIONES

Planilla IRAM 11900:

La aplicación de esta norma demuestra su potencialidad como herramienta de calificación energética de viviendas para condiciones climáticas de estación fría. Sin embargo, no contempla las condiciones de época estival, cuando las pérdidas de calor y el refrescamiento juegan un rol fundamental, lo cual puede incurrir en la promoción del diseño de viviendas eficientes para acondicionamiento térmico de invierno pero ineficientes para verano, época también crítica en Buenos Aires para obtener confort. Esto se debe a la omisión de las variables "ventilación" y "asoleamiento" de suma importancia en climas templados. Cada uno de los prototipos presentados plantea una situación distinta con respecto a la relación entre las modificaciones y el efecto que esto causa en el etiquetado de la norma IRAM 11900, poniendo en evidencia las limitaciones que posee la norma en cuanto a sus variables de observación ya que las modificaciones morfológicas que se realizan con fines de mejorar el asoleamiento y ventilación no se ven reflejadas en los resultados de la calificación obtenida.

Pudo observarse además que el simple cumplimiento del Nivel B de la Norma IRAM 11605 para viviendas, solo logra niveles aceptables de eficiencia energética para acondicionamiento térmico de invierno en viviendas donde hay un notable

predominio del componente aislante en la envolvente edilicia. Por lo que se deduce que para lograr buenas calificaciones en la Norma IRAM 11900 será necesario superar el Nivel B de la Norma 11605 para viviendas de interés social.

Evaluador Energético: Esta herramienta permitió demostrar que tanto las ganancias solares como el grado de exposición de la vivienda a la acción del viento son factores determinantes en el control de la demanda de energía y que el uso de orientaciones favorables para aprovechar estos recursos se hace imprescindible. Esto se pone en evidencia al observar que en determinados casos con un factor de forma mayor producto de las modificaciones tipológicas se logra disminuir el coeficiente G simplificado como consecuencia del aumento de las ganancias por incremento de superficies vidriadas con buena orientación. En consecuencia, se destaca la importancia de contemplar tanto los aspectos constructivos como morfológicos de unidad y conjunto que puedan favorecer u obstaculizar el desempeño termo-energético de los edificios.

Se destaca la eficacia de evaluar el consumo de las viviendas en relación a la superficie cubierta, proporcionando resultados más objetivos a la hora de comparar eficiencia entre prototipos que pudieran tener iguales soluciones constructivas con diversidad tipológica. Esto permitirá además evaluar costos por m² de construcción en relación a la demanda de energía que cada vivienda requiere por m² de superficie construida.

Como conclusión final se resalta que todas las acciones de diseño pasivo incorporadas en etapas iniciales de proyecto optimizan el desempeño de los recursos tecnológicos incorporados para disminuir las pérdidas por envolvente edilicia. Por tal motivo, y teniendo en cuenta que para el clima de Buenos Aires tanto el invierno como el verano requieren acciones tendientes a disminuir la demanda, toda herramienta de evaluación y - o calificación de desempeño energético debería contemplar la incidencia de estas variables para optimizar y compatibilizar tecnología y diseño pasivo en su justo equilibrio, evitando así el despilfarro por sobre-dimensionamiento de materiales de construcción que podrían resultar innecesarios.

REFERENCIAS

- A. M. Compagnoni y C. A. Delbene (2009) "*Análisis bioclimático, estudio de la envolvente y evaluación energética como parámetros de calificación en viviendas de interés social*". Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente Pag. 08.05- 08.12, INENCO, Salta.
- A. M. Compagnoni y J. M. Evans (2005) "*Evaluación de calidad de construcción y eficiencia energética en vivienda de interés social*" Art. N° AB19 Pag. 67 en Memorias del IV Congreso Latinoamericano sobre Confort y Eficiencia Energética de las Edificaciones COTEDI, México, mayo de 2005
- J. M. Evans, (2009). "*Etiquetado de Eficiencia Energética en Edificios (EEEE). Clasificación según transmitancia térmica de la envolvente: Análisis de Aplicación en el marco del proyecto de Norma IRAM*", Revista de la Asociación de Energías Renovables y Ambiente Pag.05.85- 05.91 INENCO, Salta
- J. M. Evans y S. de Schiller, (2001). "Evaluador Energético: Método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas" Revista de la Asociación de Energías Renovables y Ambiente Pag. 07.49-07.53 INENCO, Salta
- J. M. Evans y A. M. Compagnoni (2002), "*Características térmicas de Elementos constructivos: Planillas de evaluación*" Comunicación en Revista de la Asociación de Energías Renovables y Ambiente, Vol 6 Pag 05.05-05.06 AERMA, Inenco, Salta
- IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, (1999). "*Fundamentos técnicos de la Calificación energética de vivienda*". Difusión CEV. Ministerio de Fomento, Centro de Publicaciones, Madrid.
- Norma IRAM 11900 "*Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente*" Instituto Argentino de Normalización
- Normas IRAM 11604, 11605 y 11603, Última actualización, Instituto Argentino de Normalización.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del PAE Proyectos de Áreas Estratégicas 2007-2010- ANPCyT N° 22559 Eficiencia Energética en el Hábitat Construido -Nodo Buenos Aires, dirigido por la Dra. Arq. Silvia de Schiller. Se destaca además la participación del Dr. Arq. Martín Evans en el asesoramiento y ajuste de las planillas electrónicas utilizadas a los fines de este trabajo.

ABSTRACT: Considering the local energy context and the increasing government interest in reducing energy consumption, recent advances in the normalization promoting energy efficiency in buildings were produced. Taking this into account the aim of this paper is to apply the IRAM 11.900 norm and the Evaluador Energético in prototypes of isolated houses in the metropolitan area of Buenos Aires and to evaluate its implementation in this kind of building. The results obtained prove that every evaluation- qualification method, aimed to promote envelope energy efficiency, must consider buildings like an energy system where morphology and technology aspects are integrated with use factors and conditioning systems that affects energy consumption.

Keywords: energy efficiency; isolated houses prototype; design aspects