

NUEVA MEDIDA PARA EVALUAR LA CONTRIBUCION DEL ASPECTO MORFOLOGICO EN LA CONSERVACION DE ENERGIA DE LOS DISEÑOS BIOCLIMATICOS DE EDIFICIOS

Alfredo Esteves, Daniel Gelardi, Alejandro Oliva
Instituto de Estudios para el Medio Ambiente (IEMA)
Universidad de Mendoza (UM)
Perito Moreno 2397-5501 Godoy Cruz - Mendoza
República Argentina
Tel./Fax: 54-61-392939
E-mail: umiema@umdz.edu.ar

RESUMEN

En conservación de energía dos son los actores principales con vistas de diseñar edificios: la forma y los materiales de su envolvente. En el camino de la transferencia de conocimientos para la arquitectura bioclimática, es necesario contar con elementos que se adecuen a la posibilidad de la adopción de los mismos con una visión lo más completa posible de los distintos actores puestos en juego. En el presente trabajo se describe un indicador que resulta interesante en el momento de transmitir el juego que le toca a la forma en la conservación de energía, de modo de poder elegir con mayor grado de juicio, cuál es la forma más adecuada. El indicador es llamado "factor de área envolvente/piso". Se indican las expresiones matemáticas del mismo para las distintas formas y los valores del mismo para distintos casos típicos. Se demuestra la ventaja que tiene sobre el factor de forma volumétrico tradicionalmente utilizado para referirse al aspecto formal. Esta ventaja se podría indicar como más abarcativa y fiel del proceso de diseño y es particularmente apropiado para utilizar en docencia.

INTRODUCCION

El presente trabajo se encuadra dentro del proyecto titulado: "Forma, Materiales y Medio Ambiente" financiado por la Universidad de Mendoza y llevado a cabo por el IEMA-UM, en un esfuerzo por transferir de la manera más sencilla posible los condicionantes que respecto del diseño bioclimático, deben tener en cuenta los alumnos y/o profesionales para encarar un diseño eficiente.

En la realidad de hoy, existen dos arquitecturas diferentes, una muy extendida, en la que, las consideraciones bioclimáticas no aparecen, ya sea por una cuestión de costos, ya sea por una cuestión de falta de información. Por otro lado, la arquitectura bioclimática, en la cual trabajan los arquitectos-científicos y que ha probado ser efectiva en una amplia zona de nuestro país. Se busca afanosamente los medios de unión entre estas dos realidades, de modo que, la conformación del parque edilicio residencial y terciario, sea un sector que demande cada vez menos energía, acercándonos así a un ambiente de vida sustentable.

La necesidad de mantener controlado el consumo de energía, cuyo abastecimiento se presenta crítico en el mediano plazo (Esteves et al., 1995) por un lado y la de conformar diseños más eficientes desde el punto de vista de la conservación de energía, de modo que el costo ambiental de los resultados de tal diseño, no tenga un impacto negativo sobre el medio ambiente, hacen surgir la idea de desarrollar expresiones que hagan más sencilla la transferencia y adopción de conocimientos bioclimáticos por parte de los estudiantes y/o arquitectos ya formados a los que se dirige la información.

METODOLOGIA

En trabajos previos (University College Dublin, 1994), se indica el aspecto formal de los edificios a través de la relación con el Factor de Forma (FF), indicador entendido como la relación entre el área de envolvente del edificio respecto al volumen encerrado por el mismo. Se observa entonces que mientras mayor es el volumen encerrado, el FF disminuye y así también disminuye el efecto de la envolvente sobre el volumen encerrado. Esto representa una ventaja en el momento de pensar en conservación de energía. Sin embargo, cuando tratamos de comparar las distintas formas posibles de dar a un diseño arquitectónico, ya sea, para elegir una forma energéticamente más eficiente o para transmitir los conocimientos respectivos, nos encontramos con algunas dificultades que son inherentes al cálculo mismo.

Se plantean algunos interrogantes:

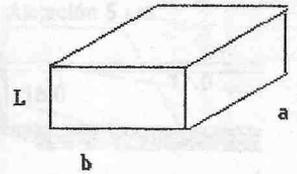
- 1- ¿Hasta cuánto se gana con las distintas formas arquitectónicas posibles de utilizar?
- 2- ¿Si se opta por la elección de otra forma, para dar mayor plasticidad al diseño, cuánto se sacrifica?
- 3- ¿Hasta cuánto se es posible mejorar desde el punto de vista formal independientemente que desde el punto de vista material pueda acondicionarse?

Este último interrogante es muy importante. Existe siempre la posibilidad de agregar aislación térmica y conformar una envolvente energéticamente eficiente, pero, el diseño final debe ser una combinación de elementos utilizados racionalmente. El hecho de que pueda lograr el mismo resultado con mayor cantidad de aislación térmica no nos faculta para no conocer las posibilidades del aspecto formal y utilizarlas en consecuencia.

a) Prisma recto:

$$FF = \frac{2(1 + \frac{a}{b})}{a} + \frac{1}{L} = \quad (1)$$

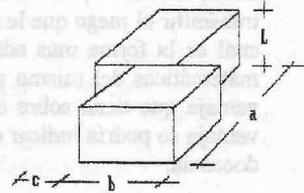
$$FAEP = 1 + 2 \cdot \frac{L}{a} + 2 \cdot \frac{L}{b} = \quad (2)$$



b) Prisma quebrado:

$$FF = \frac{2(1 + \frac{a}{b})}{a} + \frac{2c}{ab} + \frac{1}{L} = \quad (3)$$

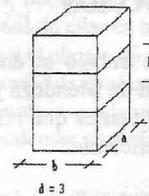
$$FAEP = 1 + 2 \frac{L}{a} + 2 \frac{L}{b} + 2 \frac{cL}{ab} = \quad (4)$$



c) Construcción en altura:

$$FF = \frac{2(1 + \frac{a}{b})}{a} + \frac{1}{dL} = \quad (5)$$

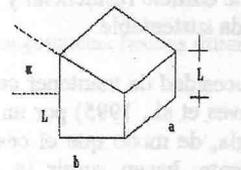
$$FAEP = \frac{1}{d} + 2 \frac{L}{a} + 2 \frac{L}{b} = \quad (6)$$



d) Prisma con techo inclinado (1 agua):

$$FF = \frac{2(1 + \frac{a}{b})}{a} + \frac{1}{L} \frac{1}{(\cos(\alpha) + \frac{b \sin(\alpha)}{2L})} = \quad (7)$$

$$FAEP = \frac{1}{\cos \alpha} + 2 \frac{L}{a} + 2 \frac{L}{b} + \frac{b}{a} \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha = \quad (8)$$



e) Prisma con techo inclinado (2 aguas):

$$FF = \frac{2(a + b(1 + \frac{b \operatorname{tg}(\alpha)}{2L}))}{ab(1 + \frac{b \operatorname{tg}(\alpha)}{2L})} + \frac{1}{L} \frac{1}{(\cos(\alpha) + \frac{b \sin(\alpha)}{2L})} = \quad (9)$$

$$FAEP = \frac{1}{\cos \alpha} + 2 \frac{L}{a} + 2 \frac{L}{b} + \frac{b}{a} \operatorname{tg} \alpha = \quad (10)$$

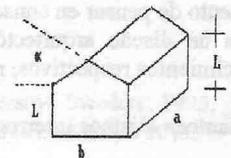


Fig. 1: expresiones matemáticas correspondientes al Factor de Forma (FF) y al Factor de Area Envolvente Piso (FAEP) para formas volumétricas comunes.

Para contestar a los interrogantes planteados, se trabajó con el factor de forma volumétrico llegando a la conclusión de que si bien, puede ser un indicador efectivo, en casos de analizar la compactación, no es apropiado utilizarlo para comparar las distintas formas arquitectónicas y su valoración en la conservación de energía. Se desarrolló la idea de un nuevo factor, que tenga en cuenta estos cambios y sea más apropiado para indicar una valoración respecto a la problemática que nos ocupa. De este modo, se elaboró el factor "Área de Envolvente/piso" (FAEP), que expresa la relación del área de la envolvente respecto del área de piso. Esta última es conveniente de incluir ya que es un indicador de la magnitud de la obra arquitectónica y en función de él se dan otros parámetros relevantes como conteo de materiales, costos, etc.

Resulta interesante ya que el área de envolvente es directamente proporcional a la magnitud de intercambio con el medio ambiente y por otro lado, el área de piso, es proporcional a la magnitud de la obra arquitectónica. En la Fig.1 se indica la expresión matemática del FF y el FAEP para cada forma simple.

RESULTADOS

En la Tabla I se indican algunos valores del FF y en la Tabla II los valores del FAEP calculados para las distintas formas volumétricas indicadas en la Fig. 1. Para ellas se ha tenido en cuenta que $a = 9$ m, $L = 3$ m en todos los casos y b varía de 3m a 20 m.

Como puede observarse tanto el FF como el FAEP disminuyen al aumentar b y aumentan al incrementar los quiebres del edificio y éstas son reglas generales donde el FF resulta ser buen indicador, sin embargo, cuando se analizan los techos inclinados, ya sea, en dos aguas o en una sola, aparece la distorsión generada por el volumen. Por ejemplo: el FF para el edificio con $b=6$ y 30° de inclinación de techo (1 agua) es de 0,80 y para el edificio con 60° , también 0,80, es decir, el fuerte incremento del área de envolvente se contrarresta con un incremento semejante en el volumen. Lo mismo ocurre al analizar el techo a dos aguas. Si ahora miramos el FAEP, veremos que el prisma con techo horizontal tiene un FAEP = 2,67 que indica 2,67 m² de superficie de envolvente por m² de superficie cubierta. Si el techo lo inclinamos 10° (1 agua), el FAEP = 2,98 (11% más); si lo inclinamos 30° , el FAEP = 3,78 (41% más respecto al techo horizontal). Si el diseño es a dos aguas, para una inclinación de 10° , el FAEP = 2,80 (5% más), para 30° , el FAEP = 3,21 (20% más) y para 60° , el FAEP = 4,82 (80% más, respecto del techo horizontal). Se observa entonces, el fuerte impacto de la forma en la superficie de envolvente que será la que domine los intercambios conductivos y radiativos con el medio ambiente.

Aparece así un efecto importante de notar, cuando entre dos diseños, el FAEP es mayor en un 25 %, indica que con los mismos materiales, en un caso podremos construir 4 viviendas y en el otro 5. Esto es muy importante a la hora de decidir sobre construcciones masivas, donde no existan recursos suficientes para construir las viviendas.

Tabla I: Valores del FF para distintas formas volumétricas y para $a=9$

Volumen	b=3	b=6	b=9	b=12	b=15	b=20
Prisma a=9	1.22	0.89	0.78	0.72	0.69	0.66
Prisma Quebrado c=b	1.44	1.11	1.00	0.94	0.91	0.88
Prisma Quebrado c=b/2	1.33	1.00	0.89	0.83	0.80	0.77
Const.en altura 3 pisos	1.00	0.67	0.56	0.50	0.47	0.43
Const.en altura 5 pisos	0.96	0.62	0.51	0.46	0.42	0.39
Const.altura,piso inter.	0.89	0.56	0.44	0.39	0.36	0.32
Prisma techo incl. 10°	1.20	0.84	0.71	0.64	0.59	0.54
Prisma techo incl. 30°	1.19	0.80	0.65	0.57	0.51	0.45
Prisma techo incl. 60°	1.25	0.80	0.63	0.54	0.48	0.42
Prisma techo dos aguas 10°	1.15	0.79	0.67	0.60	0.55	0.50
Prisma techo dos aguas 30°	1.13	0.75	0.60	0.52	0.47	0.42
Prisma techo dos aguas 45°	1.15	0.74	0.59	0.50	0.45	0.39
Prisma techo dos aguas 60°	1.19	0.75	0.58	0.49	0.44	0.38

Tabla II: Valores del FAEP para distintas formas volumétricas y para a=9

Volumen	b=3	b=6	b=9	b=12	b=15	b=20
Prisma a=9	3.67	2.67	2.33	2.17	2.07	1.97
Prisma Quebrado c=b	4.33	3.33	3.00	2.83	2.73	2.63
Prisma Quebrado c=b/2	4.00	3.00	2.67	2.50	2.40	2.30
Const.en altura 3 pisos	3.00	2.00	1.67	1.50	1.40	1.30
Const.en altura 5 pisos	2.87	1.87	1.53	1.37	1.27	1.17
Const.altura,piso inter.	2.67	1.67	1.33	1.17	1.07	0.97
Prisma techo incl. 10°	3.92	2.98	2.70	2.59	2.55	2.55
Prisma techo incl. 30°	4.59	3.78	3.64	3.67	3.76	3.98
Prisma techo incl. 60°	6.98	6.55	6.80	7.21	7.69	8.55
Prisma techo dos aguas 10°	3.74	2.79	2.52	2.41	2.37	2.37
Prisma techo dos aguas 30°	4.01	3.21	3.07	3.09	3.18	3.40
Prisma techo dos aguas 45°	4.41	3.75	3.75	3.91	4.15	4.60
Prisma techo dos aguas 60°	5.24	4.82	5.07	5.48	5.95	6.82

CONCLUSIONES

Se demuestra entonces la conveniencia de utilizar el factor de área envolvente/piso como indicador de las bondades de la forma, ya sea, en la conservación de energía como en la racionalización de materiales para los distintos proyectos arquitectónicos. El indicador resulta particularmente conveniente en el momento de la transferencia de conocimientos, ya que permite una visualización rápida y eficaz de las distintas formas y su conveniencia.

El presente trabajo representa un aporte más en el arduo camino de transferir conocimientos, de modo que los mismos sean utilizados más asiduamente en la conservación de energía, de modo que esa arquitectura tan extensamente difundida se acerque más a la concepción de un mundo más sustentable en lo que a viviendas y edificios se refiere.

BIBLIOGRAFIA

Esteves A. y de Rosa C. (1995). "Duración de las Reservas de Combustibles Fósiles y su Relación con la Vida de los Edificios". XVIII Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. En impresión.

University College Dublin. The Energy Research Group.(1994). "Energy in Architecture. The European Passive Solar Handbook". B.T. Batsford Limited. Trowbridge, Wiltshire.