

DISIPACIÓN TÉRMICA CONVECTIVA POR ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE UNA VIVIENDA

Irene De Paul
UNSa - INENCO#
Av. Bolivia 5150 - 4400 Salta
TE: 87-255424
E-mail: depaul@unsa.edu.ar

RESUMEN. Considerando que la presencia de una vivienda modifica los valores de velocidad del viento respecto de los medidos en una estación meteorológica, lo que a su vez, modifica los coeficientes de transferencia convectiva h , se realizaron medidas sobre un refugio de la UNSa en Payogasta con el fin de analizar las características de la disipación térmica por acción del viento. Se midió la velocidad del viento sobre las paredes y techo de la vivienda, así como en un puesto fijo alejado de la vivienda, que se tomó como referencia. Se muestran los valores de velocidad y dirección predominantes en el período de medida, y los coeficientes de correlación con las medidas de referencia. Los coeficientes h calculados muestran que se puede sobreestimar hasta un 60% la energía perdida por convección si se emplean los valores de velocidad medidos en la estación lejana.

Palabras clave. Disipación térmica, viento, coeficiente de transferencia térmica h .

INTRODUCCION

Para analizar la disipación térmica por acción del viento sobre distintas estructuras se emplea la expresión $h=5,7+3,8\bullet V$, donde V es la velocidad media del viento en m/s y h resulta en W/m^2 [MacAdams, 1978]. Esta expresión se aplica a todas las superficies y normalmente los valores de V se obtienen de datos meteorológicos de estaciones próximas. Dado que la presencia de estructuras en el seno de un flujo de aire modifica fuertemente el flujo, con lo cual los valores de h pueden cambiar drásticamente [Burmeister, 1983; Carvalho, J. L., Borges, A. R. J., 1998], se encaró una serie de estudios tendientes a precisar las características de la disipación térmica por acción del viento. Para esto se emplean diferentes técnicas: medidas en estructuras a escala real, en estructuras a pequeña escala empleando túnel de viento y simulación numérica.

En trabajos anteriores se presentaron los primeros resultados tanto de simulación numérica [Molina, V., Salvo, N., 2003] como de caracterización del flujo en túnel de viento, trabajando sobre el relieve que se encuentra alrededor de un refugio que posee la UNSa en la localidad de Payogasta, próxima a Cachi [J. Marighetti, A. y otros, 2003]. En este trabajo se presentan los resultados de las medidas de viento sobre el refugio realizadas en esta localidad, en el mes de mayo de este año, que permiten caracterizar la transferencia térmica convectiva alrededor del edificio y comparar estos valores con los obtenidos en un puesto de referencia.

CONDICIONES DE LAS MEDIDAS

La vivienda se encuentra emplazada en la localidad de El Quipón, próxima a Payogasta, a 147 km al OSO de la ciudad de Salta, a 2410m de altura snm, en un cañadón orientado en la dirección este-Oeste que desemboca sobre el río Calchaquí. Las barrancas laterales tienen una altura que varía desde los 8m al Norte hasta unos 20m al Sur, constituyendo un cañón natural de unos 90m de ancho y 400m de largo, en cuyo extremo Este está emplazado el refugio.

Las medidas de viento se hicieron empleando cinco termoanemómetros manuales TSI de hilo caliente, direccionales, con una frecuencia de medida de $1\ s^{-1}$, y una constante de tiempo de 10 s sobre la cual promedia las medidas, lo que permite tener una precisión en la velocidad de 0,01 m/s y en la temperatura de 0,1°C. El soft del instrumento permite tener valores instantáneos, así como valores promedios, máximos y mínimos sobre el intervalo de medida. Los anemómetros, numerados de 1 a 5, fueron colocados en las aberturas de las ventanas del refugio, cuya planta se muestra en la Figura 1, a una altura de 1,40m sobre el piso, a 0,30m de la superficie de las paredes y a 0,15m sobre la cumbrera del techo, en la zona media de cada superficie y orientados de manera de captar la componente tangencial a las superficies de la velocidad del viento.

Instituto UNSa - CONICET

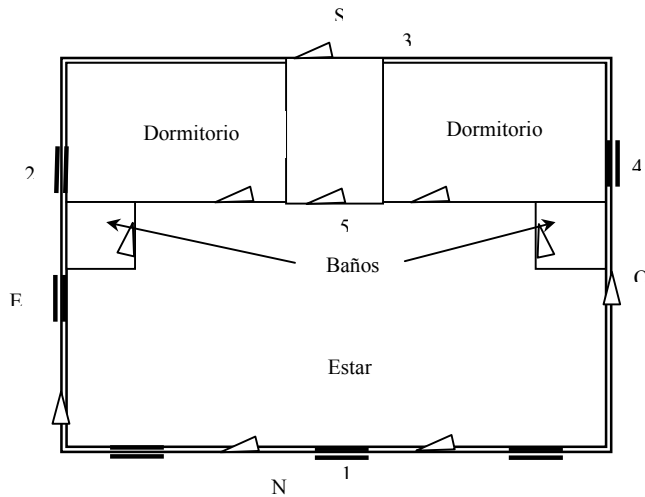


Figura 1. Esquema de la planta de la vivienda y posición de los anemómetros.

En la cara Sur, que no tiene ventanas, se montó el anemómetro sobre un soporte en la misma posición que los restantes (Figura 2). Por ser manuales, las lecturas no son simultáneas, representando cada serie de medidas las condiciones características de intervalos de 13 minutos, que fue el tiempo que se empleó en hacer las medidas en todos los instrumentos.

Para realizar las medidas de referencia se empleó un anemómetro de cazoleta NRG con veleta colocado en un soporte fijo a 3m de altura, a una distancia de 50m hacia el Oeste del refugio, que registra velocidad y dirección del viento (Figura 3). El intervalo de muestreo es de 2s y el instrumento guarda los valores promedios y desviación standard en intervalos de 10 minutos. Se empleó un termoanemómetro para medir temperatura a una altura de 1,80m.



Figura 2. Posición del anemómetro 3, sobre la pared Sur.



Figura 3. Anemómetro de referencia y veleta.

MEDIDAS EN EL PUESTO DE REFERENCIA

Las medidas de velocidad promedio en el puesto de referencia se muestran en la Figura 4.

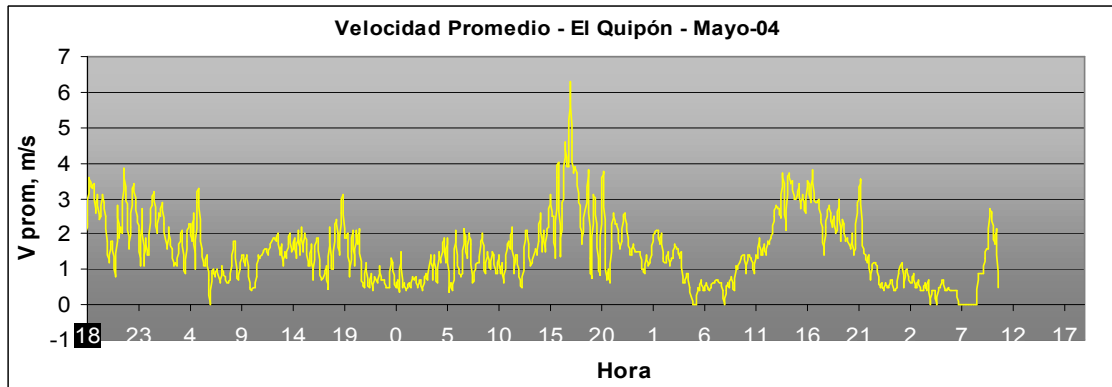


Figura 4. Velocidad media en el intervalo de muestreo, en el puesto de referencia.

Un análisis de frecuencia en rangos de velocidad y dirección, sobre el período de medidas, muestra que los valores predominantes fueron de 1 m/s y 2,5 m/s, en las direcciones SO y S (Figuras 5 y 6).

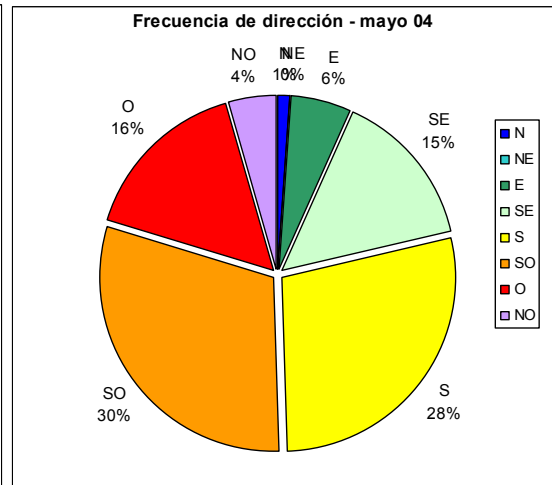
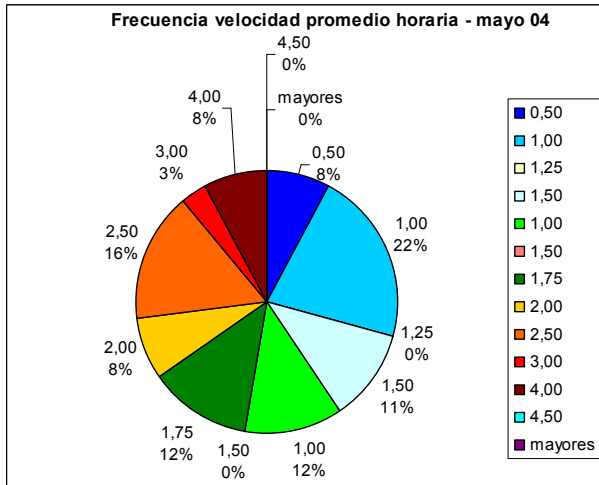


Figura 5. Frecuencia de velocidad en el puesto de referencia.

Figura 6. Frecuencia de dirección en el puesto de referencia.

MEDIDAS SOBRE LAS PAREDES

Los promedios diarios de velocidad medidos se muestran en la Tabla 1. Se observa que los valores sobre las paredes son apreciablemente menores que los de la referencia, mientras que los valores sobre el techo son en algunos casos comparables.

Promedios diarios:	Velocidad media diaria					
	Puesto fijo	Pared Norte	Pared Este	Pared Oeste	Pared sur	Techo
21/05/04	1,60	0,53	0,44	0,56	0,65	0,63
22/05/04	2,13	0,65	0,44	0,64	0,53	1,04
23/05/04	2,10	0,46	0,53	0,51	0,68	1,33
24/05/04	1,30	0,17	0,38	0,45	0,71	0,72

Tabla 1. Velocidad promedio diaria sobre las paredes de la vivienda y en el puesto de referencia.

La Figura 7 muestra un gráfico de frecuencia de velocidad medida sobre las paredes y el techo, mostrando que los valores predominantes se encuentran entre 0,30m/s y 0,60m/s. Dos valores destacables se encuentran en la pared Sur, en el rango 0,70-0,80 m/s y en el techo, en el rango 1,75-2,00 m/s.

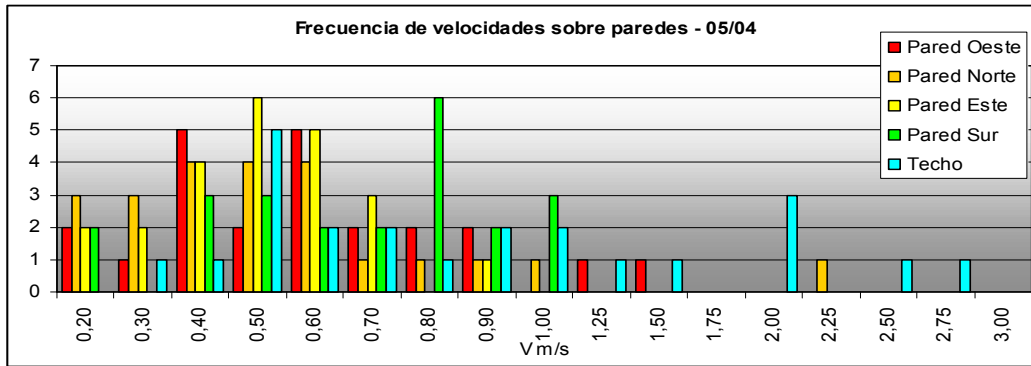


Figura 7. Frecuencia de velocidad sobre paredes y techo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se calculó el coeficiente de correlación entre las velocidades medidas sobre las diferentes superficies de la vivienda entre sí, y entre éstas y la velocidad medida en el puesto fijo, en el mismo intervalo de tiempo en que se midió en la vivienda (alrededor de la hora media). Se observan en general valores muy bajos, salvo en algunos casos significativos: muestran coeficiente de correlación mayor que 0.8 las medidas en las paredes Sur y Este con las de referencia, y en la pared Norte con el techo. Coeficiente de correlación mayor que 0.7 se encuentra en las medidas realizadas en el techo y la pared Norte con la referencia, en las medidas de la pared este con la Norte y la Sur, y en la pared Oeste con el techo. La Tabla 2 muestra a modo de ejemplo los valores obtenidos para el día 21/05 a las 11:30hs.

Coeficientes de correlación entre velocidades					
Día 21/05/04 Hora media: 11:30					
	N	E	O	S	Techo
V puesto fijo	0,705	-0,370	0,312	-0,424	0,707
N	1	-0,234	0,163	-0,308	0,832
E		1	-0,522	0,709	-0,614
O			1	-0,441	0,356
S				1	-0,399
Techo					1

Tabla 2. Coeficiente de correlación entre velocidades.

Se compararon los valores que se obtienen para el coeficiente de transferencia térmica h empleando la fórmula $h=5,7+3,8 \cdot V$, a partir de los valores de velocidad del viento medidos en el puesto de referencia, con los obtenidos a partir de los valores de velocidad que realmente se midieron sobre las superficies de la vivienda. Los resultados se muestran en la Figura 8.

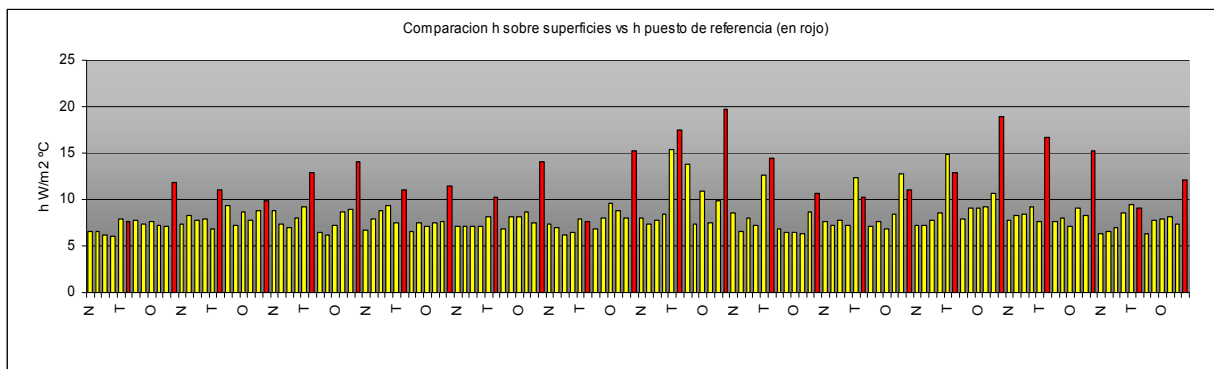


Figura 8. Comparación de los coeficientes de transferencia convectiva h calculados con los valores de velocidad medidos sobre las paredes, con los obtenidos a partir de la velocidad en el puesto de referencia (en rojo).

Se observa que los valores calculados a partir de la velocidad medida en el puesto de referencia son sistemáticamente mayores que los medidos sobre las paredes y techo de la vivienda. La Tabla 1 permite comparar los valores promedio de velocidad y de h en todo el intervalo de medidas, sobre las superficies de la vivienda con los correspondientes al puesto de referencia.

A los efectos de ilustrar el efecto de estos resultados, calculemos las pérdidas resultantes sobre la vivienda, representada por un cubo cuyas superficies tengan área $A=1\text{m}^2$, con temperatura interna T_i y externa T_e tal que $T_i - T_e = \Delta T$.

Usando href: $Q = \Sigma h_i A_i \Delta T_i = h_{ref} \Sigma A_i \Delta T = 12.95 * 5 * \Delta T$

Usando h sobre paredes: $Q' = \Sigma h_i A_i \Delta T_i = \Sigma h_i A \Delta T = 40.50 * 1 * \Delta T$

Resulta lo siguiente: $\Delta Q\% = (Q - Q') * 100 / Q' = 59.9\%$

Vemos que al emplear los valores de velocidad medidos lejos de la vivienda, se están sobreestimando las pérdidas térmicas en un 59.9% respecto de las que realmente ocurren en función de los valores de velocidad medidos sobre paredes y techo (Tabla 3).

Promedios	Vp m/s	VM m/s	Vm m/s	W/m ² °C hm TSI	W/m ² Q/dT	W/m ² Q'/dT	dQ%
Puesto fijo	1,91			12,95	64,77		
Pared Norte	0,52	1,00	0,19	7,67		7,67	
Pared Este	0,46	0,93	0,18	7,46		7,46	
Pared Oeste	0,56	1,14	0,19	7,84		7,84	
Pared sur	0,62	1,15	0,27	8,07		8,07	
Techo	0,99	1,66	0,45	9,47		9,47	
					64,77	40,50	59,89

Tabla 3. Velocidades medias, coeficientes h y comparación de la potencia disipada.

Sería de esperar que se pudiera establecer algún factor de corrección que permitiera acercar los valores de h calculados con valores de velocidad medidos en estaciones lejanas a los que realmente ocurren sobre las superficies de una vivienda. Para esto se requiere establecer con suficiente certeza los coeficientes de correlación entre las velocidades, a partir de un número de medidas suficientemente grande como para que la estadística sea significativa. En este sentido las medidas realizadas son todavía insuficientes para alcanzar este fin y representan una primera aproximación al problema.

CONCLUSIONES

De lo observado se puede concluir lo siguiente.

- La frecuencia en rangos de velocidad y dirección en el puesto de referencia, sobre el período de medidas, muestra que los valores predominantes fueron de 1 m/s y 2,5 m/s, en las direcciones SO y S.
- Los valores de velocidad medidos sobre las paredes son apreciablemente menores que los de la referencia, mientras que los valores sobre el techo son en algunos casos comparables.
- Los coeficientes de transferencia convectiva h calculados a partir de la velocidad medida en el puesto de referencia son sistemáticamente mayores que los medidos sobre las paredes y techo de la vivienda.
- En el ejemplo planteado, al emplear los valores de velocidad medidos lejos de la vivienda, se está sobreestimando las pérdidas térmicas en un 59.9% respecto de las que realmente ocurren en función de los valores de velocidad medidos sobre paredes y techo de la vivienda.
- A los efectos de establecer factores de corrección las medidas realizadas son todavía insuficientes y representan una primera aproximación al problema.

AGRADECIMIENTO.

Quiero expresar mi agradecimiento al Ing. F. Tilca y Sr. I. Boasso quienes facilitaron el anemómetro NRG que permitió realizar las medidas de referencia, y al Mg. N. Salvo y al Sr. V. Molina quienes construyeron los soportes de los anemómetros.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Burmeister. "Convective heat transfer". J. Wiley & Sons. Kansas. EE. UU. (1983)
- Carvalho, J. L., Borges, A. R. J. "Interaction of a Surface mounted hot body with a turbulent boundary layer". *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 74-76, pp: 475-483, (1998).
- De Paul, I. (1999). "Algunas dificultades en el cálculo de coeficientes de transferencia térmica en el interior de una cavidad cerrada". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 3, Tomo 1, ISSN 0329-5184.
- Duffie, J. A., Beckman, W. A. *Solar Engineering of Thermal Processes*, J. Wiley and Sons, (1980).
- Isachenko, V., Osipova, V., Sukomel, A. "Heat transfer". Mir Publishers. Moscú. (1974).
- J. Marighetti, A. Wittwer, M. De Bórtoli, I. De Paul, N. Salvo, D. Hoyos. "Modelado de un relieve topográfico para estudios de escurrimiento atmosférico en túnel de viento". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 7, versión CD, pp.06.13-06.18. (2003). ISSN. 0329-5184.
- Mac Adams, W. H. "Transmisión de calor" 3ª. Edición. Mc Graw Hill. México. (1978).
- Molina, V., Salvo, N. "Simulación en 2D del efecto de viento sobre una vivienda utilizando diferentes modelos de viscosidad". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 7, versión CD, pp.8127-8132. (2003). ISSN. 0329-5184.

Sayigh, A. A. M. *Solar Energy Engineering*, Academic Press, (1977).

Wittwer, A., Loredó-Souza, A., Camano Schettini, E. "Simulación de la capa límite para estudios de dispersión atmosférica en túnel de viento". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. **Vol. 6**, pp.1113-1118. (2002). ISSN 0329-5184.

ABSTRACT. The presence of a building changes the velocity of the wind comparing with the values taken by a meteorological station; this, in turn, changes the values of the convective heat transfer coefficients over the building. Measurements were performed over the UNSa refuge at Payogasta, with the aim of analysing the characteristics of thermal dissipation by the wind. The wind velocity over walls and roof was measured as well as that at a fixed point away of the building, where it was taken as reference. The h coefficients calculated show that thermal losses could be overestimated as much as 60% if the values used are those measured at the reference station.

Keywords: Thermal dissipation, wind, convective heat transfer coefficient.