



ASADES

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
 Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

PROGRESOS EN LA SISTEMATIZACION DE VARIABLES CLIMATICAS PARA LA CIUDAD DE RIO CUARTO

F. Romero; P. Galimberti, M. Ziletti, G. Paisio, L. Soler
 Grupo de Energía Solar -Universidad Nacional de Río Cuarto- Ruta Nacional 36. Km 601- 5800 Río Cuarto
 Tel. Fax 058- 4676246 e-mail: pgalimberti@ing.unrc.edu.ar

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es realizar una sistematización de datos climáticos de la Ciudad de Río Cuarto para ser aplicados al diseño en arquitectura bioclimática. Se obtuvieron valores de radiación solar y las temperaturas sol-aire para superficies en diferentes orientaciones a los efectos de determinar parámetros para su utilización en iluminación y balances de energía. Además se trabajó con velocidad y dirección de vientos nocturnos para los meses de mayor temperatura, con el propósito de utilizar esta información para plantear estrategias de ventilación nocturna. Debido a que estas variables condicionan el diseño arquitectónico y urbano se presenta una correlación de las mismas en herramientas gráfico – analíticas para facilitar la evaluación bioclimática

Palabras clave: evaluación bioclimática, clima, viento, temperatura sol-aire, datos bioclimáticos.

INTRODUCCION

Lograr un diseño energético adecuado requiere, al menos, el balance entre dos aspectos. Por un lado, es necesario el análisis sobre el comportamiento energético del edificio, en lo relativo a calefacción, refrigeración e iluminación y por otro lado, lograr una aceptable calidad del clima interior en términos de confort térmico, ventilación efectiva y calidad de aire interior.

Estos criterios son una guía básica para las buenas prácticas tendientes a reducir las necesidades energéticas en los hogares. En este sentido es recomendable, para reducir costos, aplicar medidas simples de conservación energética tales como aislantes térmicos, antes de recurrir a tecnologías más costosas (Ziletti et al, 2007). A las energías convencionales es posible incorporar sistemas solares pasivos para iluminación, calefacción y refrigeración; como así también prácticas de ventilación natural tendientes a mejorar el confort interno en las viviendas, entre otras aplicaciones.

El confort en el interior de las viviendas relacionado con temperatura, luminosidad y ventilación, depende de la interacción entre las condiciones interiores deseadas y las condiciones climáticas exteriores. Por esta razón es necesario contar con la sistematización de datos climáticos para poder realizar diferentes valoraciones.

En trabajos anteriores realizamos una sistematización de los datos climáticos obtenidos por la estación meteorológica de la ciudad de Río Cuarto; la cual se encuentra en 33° 04' latitud sur y 64° 38' longitud oeste. Según lo establecido por la Norma IRAM 11603, nuestra ciudad se encuentra en una región semiárida, de clima templado –cálido, donde es posible proyectar el uso del recurso solar para diferentes aplicaciones. A partir de datos de temperatura, radiación y humedad relativa, presentamos una correlación de las mismas en herramientas gráfico – analíticas para facilitar la evaluación bioclimática. (Galimberti et al, 2008) (Fasulo et al, 1994).

El objetivo principal del presente trabajo es profundizar el conocimiento sobre los indicadores energéticos que permitirán el establecimiento de bases técnicas para normativas sobre planeamiento energético y urbano en el futuro, para poder mejorar integralmente la sustentabilidad del desarrollo.

Este trabajo brinda tablas y gráficos que muestran valores para el parámetro viento en sus características de dirección e intensidad en horarios nocturnos y en los meses de verano donde se pretende utilizar este recurso. Además se dan los parámetros de irradiancia solar y temperatura sol-aire para superficies con diferentes orientaciones. Estos datos se muestran de manera sencilla, para ser usados en diferentes aplicaciones que requieran evaluaciones bioclimáticas.

SISTEMATIZACIÓN DE LOS DATOS DE VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

Con la ventilación de espacios interiores, sea ésta en forma natural o mecánica, se busca lograr una buena calidad de aire y un adecuado confort térmico. Este confort térmico se asocia a la temperatura, humedad y velocidad del aire. El movimiento del aire en los espacios interiores, a velocidades y direcciones apropiadas, puede ayudar al confort térmico, aún cuando su temperatura y humedad no sean las más adecuadas. Además, la renovación del aire por ventilación permite extraer los agentes contaminantes generados en el interior del edificio.

Si el objetivo es ventilar naturalmente una vivienda, observando criterios de confort, es necesario estudiar el impacto del clima sobre los efectos en las condiciones ambientales que son afectadas por complejas relaciones entre las variables intervinientes (Arboit et al, 2007).

En las regiones donde las condiciones del aire exterior son adecuadas, la ventilación natural es una estrategia para ahorrar energía, reducir el calor interno y lograr un ambiente interior saludable y confortable. La ventilación natural es el resultado del ingreso de aire a través de una variedad de aberturas no intencionales, pero también es el resultado del control intencional de puertas, ventanas, etc. En ambos casos el aire circula como resultado de la diferencia de presiones en la abertura, la cual es debida a la acción del viento y las fuerzas de flotabilidad.

Del análisis de los grados-día de refrigeración tomando como base 24 °C (GDR₂₄) para la Ciudad de Río Cuarto, surgen que los meses de mayor requerimiento son diciembre y enero, cada uno con 21 GDR₂₄, secundados por febrero con 18 GDR₂₄ y noviembre con 14 GDR₂₄. Por otra parte, durante estos meses, las temperaturas nocturnas medias mensuales, entre las 22:00 hs. y las 6:00 hs. toman valores entre los 16 y 20 °C, mientras que la humedad relativa media mensual, adopta valores entre 78 y 93 % para los mismos horarios. Estos datos nos llevan a suponer que una estrategia adecuada para el verano, es la ventilación nocturna, dotando a la edificación de masa térmica adecuada para aprovechar los beneficios de la inercia térmica.

Para utilizar la ventilación natural es preciso tener un conocimiento acabado del viento, obteniendo los valores de frecuencia con que se presenta a diversas velocidades y direcciones.

Se cuenta con datos de velocidad y dirección del viento tomado cada 15 minutos, provistos por el departamento de agro meteorología dependiente de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC. Los datos provienen de una estación meteorológica situada en el Campo de Docencia y Experimentación de dicha Facultad, ubicada a 5 Km. del centro de la ciudad de Río Cuarto en la dirección Este-Noreste.

Trabajando con estos datos se obtuvieron valores de frecuencias de velocidades y direcciones de viento para los meses de marzo a noviembre, en el horario de 22:00 a 06:00. Se definió calma como aquellas condiciones en el que viento era nulo o no alcanzaba un mínimo de 2 Km/h. Se clasificó al resto de las velocidades en cuatro rangos cuyos valores extremos son 2 Km/h, 5 Km/h, 20 Km/h y 50 Km/h. Bajo estas suposiciones el porcentaje de calma alcanza al 44.4%, no encontrándose ningún valor por encima de los 50 Km/h. La tabla y el grafico siguiente muestran los resultados hallados.

Dirección	2-5 km/hr	5-20 km/hr	20-50 km/hr	> 50 km/hr
N	5,4%	17,1%	0,2%	0,0%
NNE	1,5%	3,3%	0,0%	0,0%
NE	1,1%	1,0%	0,0%	0,0%
ENE	0,8%	0,6%	0,0%	0,0%
E	0,8%	0,6%	0,0%	0,0%
ESE	0,5%	0,7%	0,0%	0,0%
SE	0,7%	1,1%	0,0%	0,0%
SSE	0,6%	0,9%	0,1%	0,0%
S	0,7%	1,7%	0,2%	0,0%
SSW	1,0%	1,6%	0,4%	0,0%
SW	0,9%	0,9%	0,1%	0,0%
WSW	0,8%	0,6%	0,0%	0,0%
W	1,1%	0,3%	0,0%	0,0%
WNW	0,6%	0,2%	0,0%	0,0%
NW	0,9%	0,6%	0,0%	0,0%
NNW	2,7%	3,1%	0,0%	0,0%

Tabla 1: Resumen de las frecuencias de ocurrencias de velocidades y direcciones del viento entre los meses de noviembre a marzo. nocturno. Años 2003 a 2008.

Si bien la información de dirección de viento de la tabla anterior se presenta en dieciséis posibles orientaciones, a fin de mejorar visualmente la información gráfica se redujo a ocho orientaciones, con el criterio de que sobre las direcciones principales (N, S, E yO) se sumaran las direcciones más cercanas; por ejemplo sobre la dirección N se sumaron las direcciones NNO y NNE.

Del gráfico surge claramente que la dirección norte-sur resulta ser la más favorable para ventilación cruzada en los meses y horas analizados. La frecuencia de vientos que permiten la ventilación en esta dirección es del 40 % mientras que la dirección este-oeste cuenta con una frecuencia de vientos del 7 %.

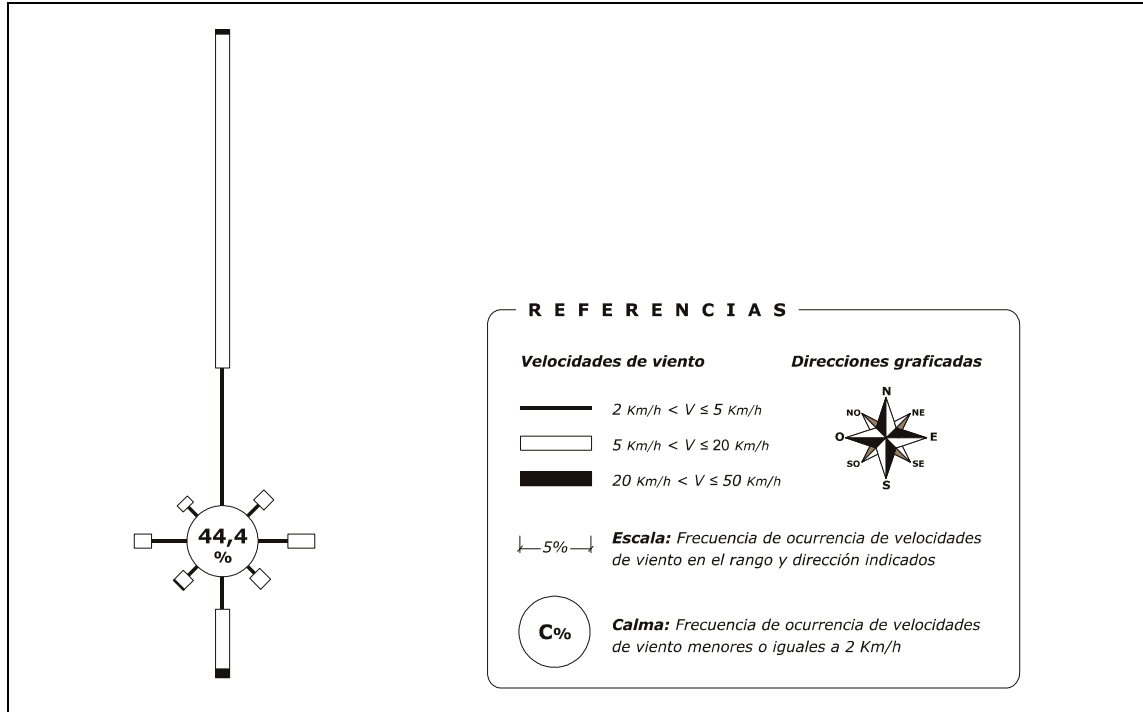


Figura 1: Resumen de las frecuencias de ocurrencias de velocidades y direcciones del viento entre los meses de noviembre a marzo. Horario nocturno. Años 2003 a 2008.

Si bien la información presentada se muestra de suma utilidad, cabe preguntarse por la correlación que podría existir entre las series de temperaturas y de velocidad y dirección del viento. Podría ser que los días de mayor requerimiento de ventilación coincidan preferentemente con noches calmas o, por lo contrario, con noches con vientos superiores a 2 Km/h. Uno u otro resultado empeoraría o mejoraría las posibilidades de refrigeración por ventilación nocturna.

SISTEMATIZACIÓN DE LOS DATOS DE RADIACIÓN

A los fines de realizar los balances de energía y cálculos de iluminación, es necesario contar con datos de irradiancia incidente sobre las distintas superficies que componen la cubierta de una edificación a distintas horas del día. En base a los valores obtenidos de radiación (Galimberti et al, 2008), en base al procedimiento de Liu y Jordan (Liu y Jordan, 1960) se obtuvieron valores de irradiancia global sobre superficies con distintas orientaciones (Collares-Pereira et al, 1979), según las distintas horas del día y meses del año utilizando la siguiente expresión:

$$G_{hm(\beta,\gamma)} = B_{hm} \cos \theta + D_{hm(0)} \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + G_{hm(0)} \rho_g \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad (1)$$

Donde:

$G_{hm(\beta,\gamma)}$: valor horario medio mensual de la irradiancia global sobre la superficie.

B_{hm} : valor horario medio mensual de la irradiancia directa normal.

$D_{hm(0)}$: valor horario medio mensual de la irradiancia difusa en el plano horizontal.

$G_{hm(0)}$: valor horario medio mensual de la irradiancia global en el plano horizontal.

θ : ángulo de la radiación directa con la normal a la superficie.

β : ángulo de elevación de la superficie.

ρ_g : albedo del terreno.

Se realizó el cálculo para superficies orientadas al norte (ángulo acimutal $\gamma=180$) con distintos ángulos de elevación ($\beta=22,5^\circ$, $\beta=45^\circ$ y $\beta=67,5^\circ$) y para superficies verticales ($\beta=90^\circ$) con distintos ángulos acimutales escalonados cada $22,5^\circ$, coincidentes con las direcciones principales de la rosa de los vientos. Se utilizó un valor de albedo del terreno $\rho_g = 0,3$. Los valores de irradiancia horaria se convirtieron a irradiancia dividiendo la irradiancia horaria media mensual por el lapso en que fue calculada.

A modo de ejemplo se muestra en la siguiente tabla (Tabla 2) los valores obtenidos de irradiancia solar sobre las distintas superficies correspondientes al día característico del mes de enero. En la última fila de esta tabla se presentan los valores medios mensuales de la irradiación solar global diaria incidente sobre la superficie, los mismos están expresados en MJ/m² y representan la energía que a lo largo del día llega a la pared. Es posible observar que las paredes verticales, las orientadas hacia el este y el oeste son las que reciben mayor irradiación, mientras que a las paredes norte y sur les llega aproximadamente dos terceras partes de lo que reciben las primeras.

		Irradiancia global sobre superficie [W/m ²] I (β, γ)																			
		Horiz	Inclinada			Orientación de Superficies Verticales															
			N	N	N	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO
β	0	23	45	68	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
γ	0	180	180	180	180	158	135	113	90	68	45	23	0	-23	-45	-68	-90	-113	-135	-158	
00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07:00	44	19	19	19	19	22	139	238	303	326	301	234	134	19	19	19	19	19	19	19	
08:00	177	134	81	68	68	119	253	358	419	427	380	286	159	68	68	68	68	68	68	68	
09:00	337	302	239	158	121	224	360	460	508	497	429	314	169	121	121	121	121	121	121	121	
10:00	507	483	412	303	175	320	443	524	551	521	437	313	171	171	171	171	171	171	171	171	
11:00	666	654	575	441	273	392	484	536	538	491	402	285	215	215	215	215	215	215	215	215	
12:00	790	788	703	550	350	426	475	490	467	411	330	247	247	247	247	247	247	247	247	258	
13:00	859	863	776	611	394	416	415	391	348	293	265	265	265	265	265	265	265	265	297	352	
14:00	863	867	780	614	396	361	311	266	266	266	266	266	266	266	266	278	333	378	405	412	
15:00	800	799	715	559	357	270	250	250	250	250	250	250	250	250	321	400	456	481	471	427	
16:00	682	671	591	455	283	219	219	219	219	219	219	219	219	280	396	485	533	533	486	398	
17:00	526	503	431	319	186	176	176	176	176	176	176	176	176	311	435	520	553	528	450	330	
18:00	355	321	258	174	126	126	126	126	126	126	126	126	169	315	432	502	515	469	371	235	
19:00	193	151	97	74	74	74	74	74	74	74	74	74	161	290	387	437	431	371	265	131	
20:00	57	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	137	241	311	338	317	251	151	32	
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G _d	24,7	23,7	20,5	15,7	10,2	11,4	13,5	14,9	15,4	14,8	13,2	11,1	9,9	11,0	13,2	14,6	15,3	14,8	13,5	11,4	

Tabla 2: Irradiancia global [W/m²] sobre superficies con diferentes orientaciones (ángulo acimutal= γ, ángulo de elevación= β) para el mes de enero en la ciudad de Río Cuarto a distintas horas del día. Norte. G_d representa la irradiación diaria media mensual expresada en MJ/m².

OBTENCIÓN DE LAS TEMPERATURAS SOL-AIRE

Para realizar los balances energéticos en viviendas se debe tener en cuenta los flujos de calor radiativos debido a diferentes fuentes: radiación solar, intercambio con el cielo, intercambio de calor con el suelo, calles, edificios y viviendas vecinas. Esto requeriría contar con gran cantidad de datos, no solo climáticos sino también, los propios del sitio de emplazamiento de la vivienda. A los fines de simplificar el balance se utiliza la temperatura sol – aire.

Valores de la temperatura sol-aire se utilizan en el balance energético a través de la envolvente edilicia para realizar el diseño de edificios bioclimáticos, pero no es una variable que se utilice como entrada en la mayoría de los programas computacionales disponibles para evaluar comportamientos térmicos edilicios.

La temperatura sol-aire es la temperatura equivalente del aire exterior que produciría el mismo flujo de calor por convección que si se calcularan todos los aportes de flujos de calor radiativos y convectivos. Estos aportes se deben a la radiación solar incidente, a intercambio por energía radiante con el cielo y otros entornos al aire libre y al intercambio de calor con el aire exterior.

El balance de energía en una superficie exterior iluminada por el sol, es descrito por la siguiente ecuación (ASHRAE 2001)

$$q'' = \alpha \cdot I_{(\beta, \gamma)} + h_o (t_o - t_s) - \varepsilon \Delta R \quad (2)$$

Donde:

α = absorbanza de la superficie a la radiación solar.

$I_{(\beta, \gamma)}$: irradiancia global sobre la superficie, [W/m²].

h_o = coeficiente de transferencia de calor por convección de la superficie exterior, [W/(m²·K)].

t_o = temperatura del aire exterior, °C

t_s = temperatura de superficie, °C

ε = emitancia hemisférica de la superficie.

ΔR = densidad de flujo neto de calor por radiación de onda larga entre la superficie considerada como cuerpo negro y el entorno (cielo, terreno, otras edificaciones, etc.), [W/m²].

En esta ecuación q'' representa la densidad de flujo de calor que ingresa por la cara exterior de la pared. Por otra parte, el primer término del lado izquierdo de la ecuación 2 representa la porción de radiación solar absorbida por la pared en forma de calor. El segundo término del lado izquierdo de la misma ecuación determina el intercambio convectivo de calor mientras que el último termino valora los intercambios de radiación en onda larga, de la superficie estudiada.

Asumiendo que el flujo de calor se puede expresar mediante la temperatura sol-aire (t_e) mediante la ecuación

$$q'' = h_o (t_e - t_s) \quad (3)$$

Igualando ambas expresiones es posible despejar el valor de la temperatura sol-aire que queda expresada como:

$$t_e = t_o + \frac{\alpha \cdot I_{(\beta, \gamma)}}{h_o} - \frac{\varepsilon \Delta R}{h_o} \quad (4)$$

Para superficies horizontales que reciben radiación de onda larga únicamente del cielo, un valor apropiado de ΔR es de 63 W/m², de modo que si se asume la emitancia de onda larga de la superficie $\varepsilon = 1$ y asumiendo el valor sugerido por ASRAHE de $h_o = 17$ W/(m² K), el término por corrección de onda larga es de 4 K aproximadamente (Bliss 1961). En requerimientos de cálculos más precisos, el valor de h_o puede ser obtenido de diferentes correlaciones que tienen en cuenta las velocidades del viento.

Debido a que las superficies verticales reciben radiación de onda larga de la tierra y los edificios circundantes, así como desde el cielo, los valores de ΔR exactos son difíciles de determinar.

Cuando la intensidad de la radiación solar es alta, las superficies de los objetos suelen tener una temperatura superior a la del aire exterior, por lo que su radiación de onda larga compensa en cierta medida los intercambios radiativos con el cielo. Por lo tanto, es práctica común suponer $\varepsilon \cdot \Delta R = 0$ para superficies verticales.

Valores de temperatura sol-aire tabulados

Los valores tabulados de temperatura sol-aire se calcularon bajo la suposición de que $\varepsilon \cdot \Delta R / h_o = 4$ K para superficies horizontales. Mientras que para las superficies verticales se considero $\varepsilon \cdot \Delta R = 0$. En concordancia con lo sugerido por ASHRAE se adoptó como límite inferior del cociente α/h_o el valor 0.026 para colores claros, [m²K/W] mientras que límite superior del cociente α/h_o se tomó igual a 0.052 [m²K/W] asociado a colores oscuros en la superficie. Otras situaciones particulares pueden encontrarse fuera de este rango.

En las tablas se expresaron las temperaturas sol-aire para superficies verticales con distintas orientaciones y superficies horizontales. Como última columna de la tabla se muestra la temperatura ambiente media mensual para cada hora, que se obtuvo en trabajos anteriores (Galimberti et al, 2008).

CONCLUSIONES

Se ha elaborado información para aplicar en diferentes métodos de diseño bioclimático en la ciudad de Río Cuarto. La sistematización de los datos climáticos se muestra en forma de tablas y gráficos proveyendo una información de fácil lectura. Del análisis de los datos de viento nocturno en el verano surge que la frecuencia de calma, definida como velocidad de viento por debajo de 2 Km/h, es del 44 %. Por otra parte el viento sopla con velocidades entre 2 Km/h y 50 Km/h en la dirección norte-sur un con una frecuencia del 40 %, el resto de las veces la dirección del viento se distribuye casi uniformemente.

Se observa como un tema interesante analizar la correlación entre las series de temperatura y velocidad de viento con el fin de determinar si los valores obtenidos no están sobrevalorando o subvalorando las posibilidades de refrigeración por ventilación nocturna.

Hora oficial	Temperatura sol-aire para el mes de enero – Superficies claras																Horiz.	to
	Orientación de Superficies Verticales																	
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO		
00:00	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	16,3	20,25
01:00	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	15,8	19,79
02:00	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	15,3	19,32
03:00	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9	14,9	18,93
04:00	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	14,5	18,54
05:00	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	14,3	18,25
06:00	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	14,0	17,96
07:00	19,3	19,4	22,4	25,0	26,7	27,3	26,6	24,9	22,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	15,9	18,79
08:00	21,4	22,7	26,2	28,9	30,5	30,7	29,5	27,0	23,7	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4	20,2	19,61
09:00	24,5	27,2	30,8	33,4	34,6	34,3	32,6	29,6	25,8	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	26,2	21,42
10:00	27,8	31,5	34,7	36,8	37,6	36,8	34,6	31,4	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	32,4	23,22
11:00	31,6	34,7	37,1	38,4	38,5	37,2	34,9	31,9	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	37,8	24,47
12:00	34,8	36,8	38,1	38,4	37,9	36,4	34,3	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	42,2	25,71
13:00	36,7	37,2	37,2	36,6	35,5	34,0	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	34,2	44,8	26,43
14:00	37,4	36,5	35,2	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	34,4	35,8	37,0	37,7	37,9	45,6	27,15
15:00	36,6	34,4	33,9	33,9	33,9	33,9	33,9	33,9	33,9	33,9	35,7	37,7	39,2	39,9	39,6	38,5	44,2	27,35
16:00	34,9	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	33,2	34,8	37,8	40,2	41,4	41,4	40,2	37,9	41,3	27,55
17:00	32,1	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	35,4	38,6	40,8	41,7	41,0	39,0	35,9	37,0	27,29
18:00	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	30,3	31,4	35,2	38,3	40,1	40,4	39,2	36,7	33,1	32,3	27,03
19:00	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	27,8	30,0	33,4	35,9	37,2	37,0	35,5	32,7	29,2	26,9	25,85
20:00	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3	28,2	30,9	32,7	33,4	32,9	31,2	28,6	25,5	22,2	24,66
21:00	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	19,0	23,00
22:00	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	17,3	21,34
23:00	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	16,8	20,80
00:00	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	16,3	20,25

Tabla 3: Temperatura sol-aire para el mes de enero en la ciudad de Río Cuarto considerando $\alpha/h_o = 0.026$ (Superficies claras)

Este trabajo intenta contribuir a diferentes análisis del diseño bioclimático, proveyendo información para diagnosticar consumos energéticos de viviendas a diseñar ó ya construidas. Además, contar con los datos presentados permitiría evaluar ahorros energéticos factibles de realizar, frente a nuevas implementaciones constructivas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Departamento de Agrometeorología dependiente de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC y al Servicio Meteorológico Nacional que con la generosa transferencia de sus datos permitieron el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- Arboit, M., Mesa, A., Diblasi, A., de Rosa, C. (2007). Evaluación de Estrategias de Ahorro Energético en la Edilicia Urbana del Área metropolitana de Mendoza. Actas 2007 Reunión de Trabajo de Asades, 05.135-05,142
- ASHRAE (2001). The 2001 ASHRAE Handbook. Fundamentals Handbook. Pag. 29.15 a 29.16
- Bliss, R.J.V. 1961. Atmospheric radiation near the surface of the ground. Solar Energy 5(3):103.
- B.Y.H. Liu and R.C. Jordan (1960). The interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation. Sol.Energy 4(3), 1-19.
- Collares-Pereira M. y Rabl A. (1979). The average distribution of solar radiation. Correlations between diffuse and hemispherical and between daily and hourly insolation values. Solar Energy 22, 155-164
- Fasulo, A., Barral, J., Adaro, A., Lema, A. (1994) Variables climáticas en la región centro sur de Córdoba. Estado de avance. 17ª Reunión de Trabajo de ASADES, 503-509.
- Galimberti, P.; Romero, F.; Ziletti, M.; Paisio, G.; Lema, A. (2008). Sistematización de Variables Climáticas para la Ciudad de Río Cuarto. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 12, 05.97-05.104
- Ziletti, M., Mendez, A., Pontin, M. Galimberti, P. (2007). Un problema de Optimización Aplicado al Diseño Bioclimático de un Edificio. Actas 8 Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. Perú, 6.64-6.74.

ABSTRACT: The objective of this work is to accomplish a systematization of the climatic data obtained by the weather station of Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Historical data of radiation, wind speed and direction are managed. These climatic variables condition the architectonic and urban design, and to obtain a correlation between the variables is an important tool to make both easier, the bioclimatic evaluation and design. In order to determine the parameters for using in lighting and energy balances, values of incident solar radiation and sun-air temperature for several surfaces and different orientations were obtained. The work was also done with nocturnal wind speed and direction for the hottest months for using this information to intend night ventilation strategies. The systematization of the data was obtained. They are shown in a simple way of charts in order to be applied in a quantitative analysis of building design

Key words: Bioclimatic evaluation, climate, wind, bioclimatic data, sol-air temperature.