

MEDICIONES METEOROLÓGICAS EFECTUADAS EN EL CAMPUS DE LA U.Na.M.

GUEIJMAN, Sergio; ARES, Alicia; GÓMEZ DEL RÍO, Javier; SCHVEZOV, Carlos.

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones,
Félix de Azara 174, (3300) Posadas, Misiones. FAX: (0752) 25414

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta una síntesis de análisis estadístico climático a partir de datos propios obtenidos de humedad relativa del ambiente, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, radiación solar directa y radiación solar global sobre plano horizontal, efectuadas en el Campus Universitario de la Universidad Nacional de Misiones cuyas coordenadas geográficas son: 27° 29' de latitud Sur y 55° 54' de longitud Oeste, en el período comprendido entre noviembre de 1994 y noviembre de 1995.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos que se presentan fueron obtenidos mediante una estación experimental automática de adquisición de datos que cuenta con un adquirente de datos que dispone de 32 canales analógicos y 4 canales digitales. Se conectaron un sensor de humedad relativa del ambiente, uno de temperatura ambiente, uno de dirección de viento y otro de velocidad del viento. Además se conectó un piranómetro para la medición de la radiación solar global sobre un plano horizontal y un pirheliómetro marca EPPLEY calibrado de fábrica el que se montó sobre un rastreador solar ecuatorial para la medición de la radiación solar directa.

Calibraciones

Luego del conexionado de los sensores se calibró el sensor de humedad relativa del ambiente con diversas soluciones de sales sobresaturadas ajustando los correspondientes potenciómetros de calibración. El procedimiento de calibración que no se detalla aquí se efectuó mediante soluciones acuosas de sales sobresaturadas. El sensor de humedad relativa, del tipo capacitivo permite lecturas confiables con un error no mayor al 2% entre los valores de 0% y de 95% de humedad relativa. El sensor de temperatura ambiente fue contrastado con un termómetro calibrado que se utilizó como patrón y su exactitud se determinó en 0.2 °C a 20°C.

El sensor de dirección de viento fue orientado en la dirección Norte-Sur geográfica (no magnética), mediante la correspondiente corrección de la orientación obtenida mediante una brújula, por lo que las mediciones se expresan en grados sexagesimales donde los cero grados ó los 360 grados corresponden al Norte geográfico. Su exactitud en la lectura es de 2 grados en vientos con velocidades de hasta 5 m/s aproximadamente. El sensor de velocidad del viento que se conectó a un canal digital no fue calibrado por lo cual los valores de velocidad de viento obtenidos son orientativos y se expresan en unidades de velocidad relativa con respecto a la máxima velocidad de giro de las copeletas conseguida mediante rotación manual y que se fijó arbitrariamente en un valor igual a la unidad.

El piranómetro utilizado que consta de una celda de silicio con corrección por coseno tiene un error de calibración absoluto del 5% y un error de coseno del 3%. El sensor es sensible a luz visible en el rango de longitudes de onda de entre 350 y 1100 nm. Diferentes condiciones de radiación solar, longitud de onda, nubosidad, polvo atmosférico, etc. pueden afectar las mediciones, pero éstas se encuentran dentro de un 5% de error absoluto y típicamente son menores al 3%. La curva de respuesta típica del instrumento muestra que la respuesta relativa del sensor a longitudes de onda de 500 nm está en el orden de los 50 W/m² y a longitudes de onda de 900 nm su respuesta relativa es del orden de los 100 W/m², decreciendo a valores de 50 W/m² para longitudes de onda cercanas a los 1100 nm.

El pirheliómetro marca EPPLEY que fue adquirido calibrado de fábrica comparado con los estándares de referencia EPPLEY bajo radiaciones de intensidades entre 700 y 831 W/m² y una temperatura ambiente de 10 °C. La calibración del instrumento es derivada de pirheliómetros de cavidad autocalibrados en unidades del SI que participaron en la Séptima Comparación Pirheliométrica Internacional (IPC VII) realizada en Davos, Suiza en octubre de 1990. Los valores de fem del pirheliómetro son lineales hasta intensidades de 1400 W/m² y se encuentran dentro del ± 0.5% por encima de intensidades de 1400 W/m². Dicho pirheliómetro fue montado sobre un rastreador solar ecuatorial que fue previamente orientado mediante los valores obtenidos del cálculo de la posición del sol en la hemisfera celeste a fin de lograr el adecuado seguimiento del Sol durante el día.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Un resumen de los resultados de las mediciones propias obtenidas para el período noviembre de 1994 a noviembre de 1995 se muestran en las gráficas de la figura 1.

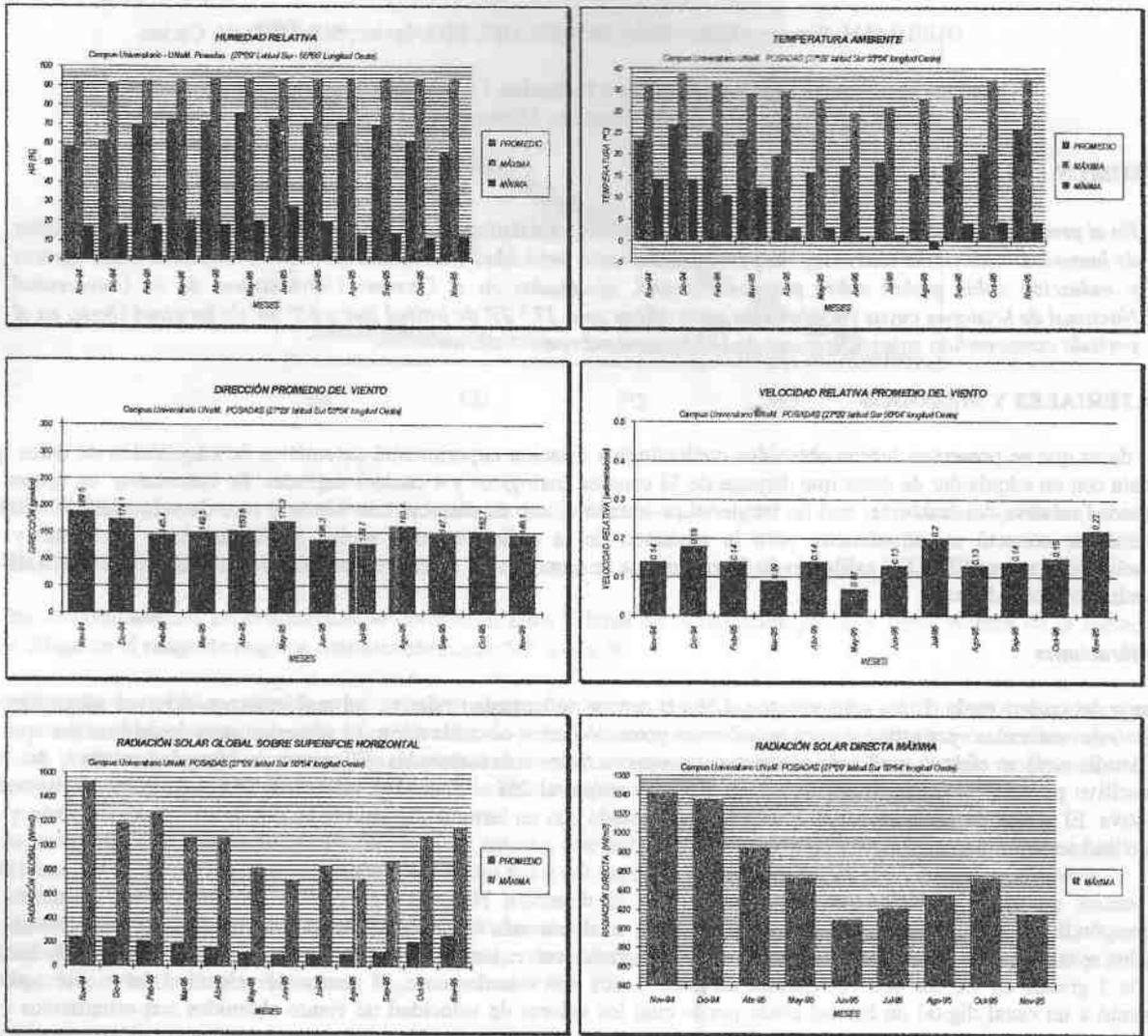


Figura 1. Valores promedio, máximos y mínimos de los datos propios adquiridos cada media hora para el periodo Noviembre de 1994 a Noviembre de 1995.

Las variables fueron medidas cada treinta minutos tanto en horas diurnas como nocturnas y los promedios calculados corresponden a los valores promedios de las horas totales diarias tanto diurnas como nocturnas. Los valores máximos y mínimos graficados corresponden a los valores máximos y mínimos registrados en el transcurso del mes considerado.

Los valores promedios para el viento calculados a partir de los datos obtenidos se observan en la tabla 1. Los valores de dirección del viento están expresados en grados sexagesimales, donde los cero grados ó los 360 grados corresponden al norte geográfico. Los valores de velocidad relativa corresponden a fracciones de la unidad, donde la unidad se fijó como la máxima velocidad de giro del anemómetro (35 m/s). En la tabla 1 se listan los valores de humedad relativa calculados y los valores máximos y mínimos registrados en algún momento de cada mes. Cabe destacar que el máximo valor que detecta el sensor del tipo capacitivo es de 95 %, por lo que los valores máximos pueden haber superado ese valor. Además, se observan los valores de temperatura promedio calculadas para cada mes y los valores máximos y mínimos registrados en algún instante dado. Puede verse que las temperaturas promedio de la región son altas y oscilan entre los 15 °C y los 27 °C. En la tabla 1 se muestran además, los valores de radiación solar directa y global en W/m^2 .

La radiación global fue medida sobre un plano horizontal y a 1.5 m sobre el nivel del suelo. Los valores de radiación directa sólo son confiables en los meses listados y los restantes meses no se consignan debido a que los valores medidos tienen un nivel de confianza menor al 90 % debido a desajustes en la orientación del rastreador solar ecuatorial o a la baja estadística de datos registrados.

En Tabla 1 puede observarse que la dirección promedio de los vientos en el Campus de la U.Na.M. oscila entre los 130 ° y los 190° con respecto al norte geográfico, es decir, la dirección predominante es la S.E. durante todo el año, aunque las velocidades promedio por lo general son bajas y oscilan alrededor del 20 % de la velocidad máxima.

**TABLA 1. VALORES PROMEDIO DE MEDICIONES METEOROLÓGICAS PROPIAS
PERÍODO NOVIEMBRE 1994 a NOVIEMBRE 1995**

Campus Universitario U.Na.M. - POSADAS, MISIONES

Latitud: 27° 29' Sur ; Longitud: 55° 54' Oeste ; Altitud 130 m.s.n.m

MES	VIENTO PROMEDIO		HUMEDAD RELATIVA			TEMPERATURA AMBIENTE			RADIACIÓN GLOBAL		RADIACIÓN DIRECTA
	Dirección (grados)	Velocidad relativa	Promedio (%)	Máxima (%)	Mínima (%)	Promedio (°C)	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Promedio (W/m ²)	Máxima (W/m ²)	Máxima (W/m ²)
Nov-94	189.5	0.14	58.3	91.4	17	23.4	36.3	14.2	242.3	1531.2	1042.5
Dic-94	174.1	0.18	62	91.9	18.2	27	38.7	14.2	237.4	1183.5	1036
Feb-95	145.4	0.14	69.9	92.9	17.6	25.2	36.8	10.4	206.5	1272.4	-
Mar-95	149.5	0.09	72.7	93.4	20.6	23.5	34.3	12.4	187.3	1069.3	-
Abr-95	153.6	0.14	72	93.7	18.3	19.6	34.7	3.2	162.8	1071.2	985.6
May-95	171.3	0.07	75.4	94.4	20.5	16	32.8	3.2	123.6	820.3	954
Jun-95	136.3	0.13	72.7	94.1	27.3	17.3	29.7	1.2	101.6	713.3	909.8
Jul-95	129.7	0.2	70.8	94.2	20	18.3	30.9	1.5	100.3	843.7	922.4
Ago-95	163.4	0.13	71.1	94.5	13.3	15.4	33.2	-2.1	102.8	728.5	935.1
Sep-95	147.7	0.14	69.7	93.8	13.6	17.7	33.7	4.2	125.4	873	-
Oct-95	152.7	0.15	61.7	94.2	11.9	20.2	37.3	4.3	207	1077.6	954
Nov-95	146.1	0.22	56	93.8	12.9	25.9	37.5	4.3	261	1161.6	916.1

Observaciones:

Velocidad y dirección del viento medidas a una altura de 2 (dos) metros sobre el nivel del suelo

Humedad relativa del ambiente y temperatura ambiente medidas a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del suelo

Radiación Solar global sobre superficie horizontal a 1.5 m s.n.s.

Radiación Solar directa a 0.5 m s.n.s.

Discusión de Resultados.

Puede observarse que los valores de humedad relativa promedio son altos para todos los meses del año oscilando entre un 56 % y un 76 %. La temperatura ambiente promedio más alta fue registrada el mes de diciembre y su valor promedio calculado es de 27.2 °C, además la temperatura máxima más elevada del periodo registrada corresponde al mismo mes y su valor es de 38.7 °C. Los escasos datos obtenidos el mes de enero no se incluyen en el periodo debido a su escasa representatividad. Agosto muestra la temperatura más baja del periodo y su valor registrado es de 2.1 °C bajo cero. Los vientos alcanzaron velocidades promedio más elevadas el mes de diciembre y las velocidades promedio más bajas registradas corresponden al mes de mayo.

La radiación solar global medida sobre un plano horizontal mostró los valores más elevados el mes de noviembre detectándose una radiación solar global máxima de 1531.2 W/m². La radiación solar global promedio para ese mes, considerando los valores promedios de las horas totales diarias tanto diurnas como nocturnas fue de 242.3 W/m² y la radiación global promedio más alta del periodo corresponde al mes de noviembre de 1995 y su valor calculado es de 261 W/m². La determinación de los promedios de las horas totales para la radiación global es más conveniente desde el punto de vista meteorológico.

La radiación solar directa máxima medida más elevada del periodo corresponde al mes de noviembre de 1994 y su valor medido fue de 1042.5 W/m² el día 29 de diciembre entre las 10:40:00 y las 11:10:00 hora local que corresponden a entre las 10:13.4 y las 10:38.4 hora solar. La posición del Sol determinada a partir de los cálculos fue de entre 64.03 grados a 70.60 grados de altitud y de entre 83.36 grados a 77.21 grados de azimut. La declinación del Sol para esa fecha era de -21.656 grados. Los valores de radiación solar directa máximos en el año oscilan entre los 910 W/m² y los 1042.5 W/m².

CONCLUSIONES

De la comparación de los datos propios con datos obtenidos de diversas fuentes recabadas, Olinuk y Crespo (1992 - 1994), Perone y Canneli (1987), 12° y 16° actas de ASADES (1987 y 1993), Norma IRAM 11.603 (1978), y estadísticas climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (1961- 1980), entre otras, se puede concluir lo siguiente:

En cuanto a la dirección de los vientos, los valores medidos muestran una gran dispersión horaria pero sus promedios mensuales muestran que la dirección de los vientos predominantes durante todo el año es sudeste al igual que en la estación de Cerro Azul como se corroboró con los valores históricos obtenidos de sus boletines mensuales agrometeorológicos (Olinuk y Crespo, 1992 a 1994) y con valores promedio de verano e invierno reportados para la región NEA (Perone y Canneli, 1987; Fernández y Schiller, 1993).

En lo que respecta a la velocidad de los vientos, los valores medidos también tienen una gran dispersión, pero en el transcurso del año muestran poca variación en promedio. La comparación con valores estimados (Perone y Cannelli, 1987) para la velocidad del viento media de verano para la región del grupo bioclimático de Ituzangó, Santo Tomé, Eldorado, Posadas e Iguazú que es de 8 km/h (DS=3) en promedio y para la velocidad del viento media de invierno para la misma región cuyo valor estimado es de 10 km/h (DS=4), permite concluir que los valores de velocidad relativa adquiridos (14% para el verano y 15 % para el invierno) muestran una gran correspondencia con los de la región. Si se comparan éstos valores con los correspondientes al grupo bioclimático de Loreto, Cerro Azul y Oberá, se observa que este grupo muestra promedios de velocidades más altos en verano e invierno, (10 km/h y 11 km/h respectivamente) como reportan Perone y Cannelli (1987), por lo que la comparación con dichos valores no es representativa.

En cuanto a la humedad relativa del ambiente se puede concluir que, los valores obtenidos tienen una exactitud del 2% dentro del rango de los 0% a los 95% de humedad relativa. Si bien el sensor puede medir valores de hasta el 100% de humedad cuando es utilizado para medir valores mayores al 97 % puede ocurrir condensación alrededor del sensor y las lecturas no tienen la exactitud del 2%. Por encima del 98 % de HR el error puede llegar a ser de hasta el 4 %, mas si ocurre condensación, las lecturas obtenidas son erróneas. Por ello los valores máximos reportados en el presente trabajo no superan los 95% de HR, aunque dichos valores bien podrían corresponder a valores de HR cercanos al 100 %. Los valores fueron adquiridos al aire libre y sin abrigo meteorológico.

Comparando con valores de la estación de Cerro Azul, para un mes típico (noviembre), se puede observar que la humedad relativa media oscila alrededor del 68 % que es bastante aproximada a los valores de 58.3 % y 56 % obtenidos a partir de nuestros datos, la máxima absoluta reportada por dicha estación con abrigo meteorológico es de 100% y el valor máximo que midió nuestro sensor fue de 91.4 % (noviembre de 1994) y 93.8 % (noviembre de 1995). Se observa que los valores medidos son más bajos que los obtenidos por la mencionada estación. En cuanto a la humedad relativa mínima detectada, dicha estación reporta mínimas absolutas para el mes de noviembre de hasta un 7% . Nuestras mediciones arrojan valores de 12.9 % y 17.0 % para ese mes. Se observa que las mínimas absolutas son mayores que las reportadas en Cerro Azul.

En cuanto a la temperatura promedio, se puede concluir que los valores promedio mensuales muestran una buena correspondencia con los estimados por Perone y Cannelli, (1987) para nuestro grupo bioclimático 25.8 °C (DS = 6) para el verano y 15.9 °C (DS= 6) para el invierno, también con las temperaturas máximas medias del verano e invierno hay una buena correspondencia (32.4 °C (DS=4) y 22.5 °C (DS=7) para verano e invierno respectivamente) aunque nuestros valores máximos medios son un poco mayores (35 °C y 30 °C para verano e invierno respectivamente).

En lo que respecta a la radiación global, comparando con los valores de la estación de Cerro Azul (Olinuk, 1996), se puede concluir que los valores de densidad de energía promedio mensual calculados a partir de las mediciones semihorarias con nuestro sensor para el año 1995 muestran una excelente correspondencia con los valores promedios mensuales proporcionados por dicha estación para el mismo año, considerando que los valores corresponden a grupos bioclimáticos diferentes. Por ejemplo, para el mes de febrero de 1995, la densidad de energía de la radiación global promedio reportada por Cerro Azul es de 18026 kJ/m² en tanto que la calculada a partir de nuestras mediciones es de 18014 kJ/m². Para el mes de noviembre, en el que se determinó la máxima densidad de energía promedio del año (22550 kJ/m²) la discrepancia es un poco mayor con respecto al valor reportado por esta estación (24336 kJ/m²), también máximo en el año. La discrepancia entre nuestros valores y los proporcionados por Cerro Azul típicamente está entre un 2% y un 5 % del valor promedio y en ningún caso esta discrepancia superó el 20% del valor promedio mensual.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial merece el ex-Rector de la U.Na.M, Dr. Ricardo Biazzi por el apoyo brindado a todas las iniciativas emprendidas. Los autores agradecen además al Prof. Marcelo Marinelli por toda la colaboración que prestó durante la puesta a punto de los equipos.

REFERENCIAS

- Estadísticas Climatológicas* (1961 - 1970 y 1971 - 1980) Servicio meteorológico nacional, Argentina
- Fernández A. y Schiller S. (1993) *Habitabilidad en espacios exteriores de conjuntos de vivienda*. Trabajo presentado en la 16va. Actas de la Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar y 7mo. Actas del Congreso de la Asociación Latinoamericana de Energía Solar, p. 116, La Plata, Argentina.
- IRAM (1978) *Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. Norma IRAM 11.603, Buenos Aires, (en revisión)
- Olinuk, J y Crespo J. (1992 - 1994) *Boletines mensuales agrometeorológicos*. Observatorio Agrometeorológico de la estación experimental agropecuaria Misiones. Convenio INTA - COMIP. Cerro Azul, Misiones, Argentina.
- Olinuk J. (1996). *Comunicación personal*. Observatorio Agrometeorológico de la estación experimental agropecuaria Misiones. Cerro Azul, Misiones, Argentina.
- Perone D. y Cannelli, N. (1987) *Clasificación Bioclimática de la región NEA*. Trabajo presentado en la 12^o Actas de la Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. Tomo 1, pp. 104 -109, Buenos Aires, Argentina.