

ANEXO

Arafo – Añavingo

ARAFO – ANAVINGO – 2006 – (Obs. DIARIAS)

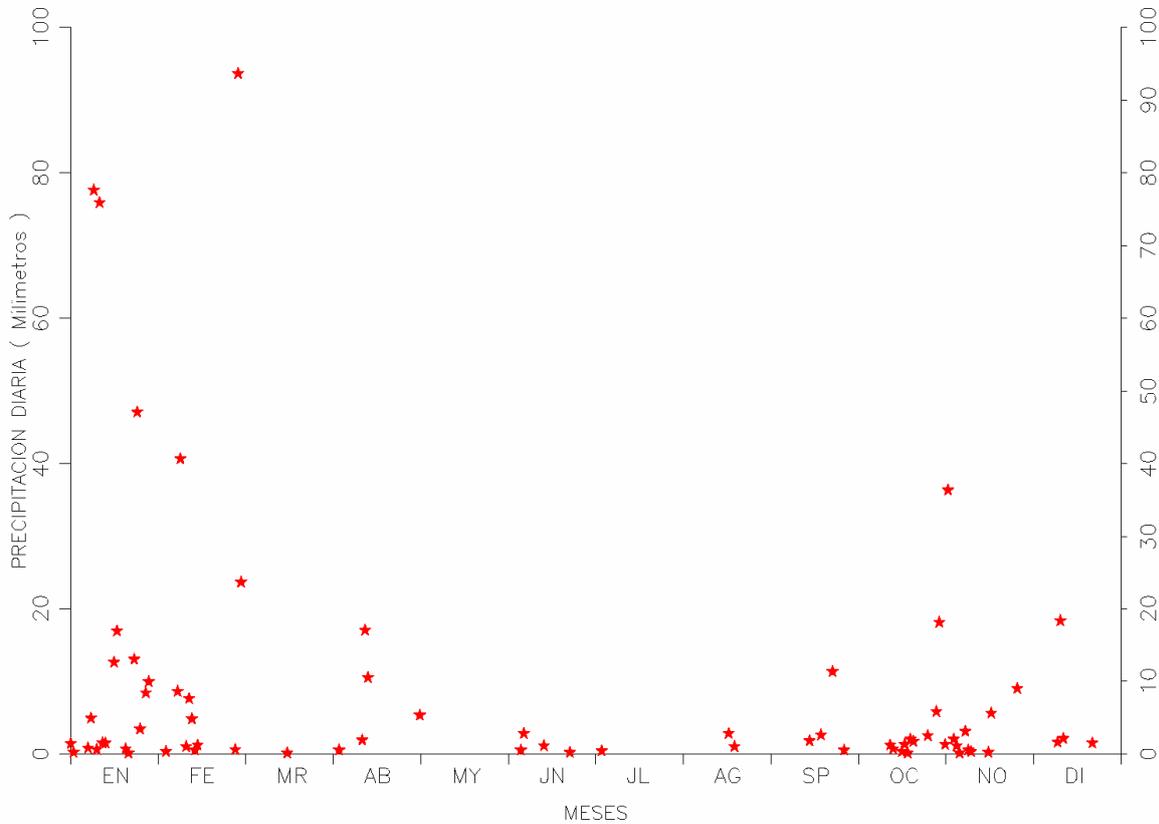


Figura 1: Presentación puntual anual de las precipitaciones diarias

Visión global del comportamiento pluviométrico anual. Los días con precipitaciones superiores a 1 mm son 50 y se distribuyen de manera desigual en los meses del año. Los días con precipitaciones abundantes: enero (6), febrero (2), marzo (1), abril (2), septiembre (1), octubre (1), noviembre (1) y diciembre (1). Las precipitaciones mensuales importantes se registran en enero (276.5 mm), febrero (158.9 mm), octubre (35 mm) y noviembre (58.3 mm); son notables, los meses secos en junio (4.6 mm), julio (0.4 mm) y agosto (3.8 mm). La precipitación acumulada es 636.1 mm/año.

ARAFO – ANAVINGO

/2006/PRECIPITACION DIARIA (Milímetros)

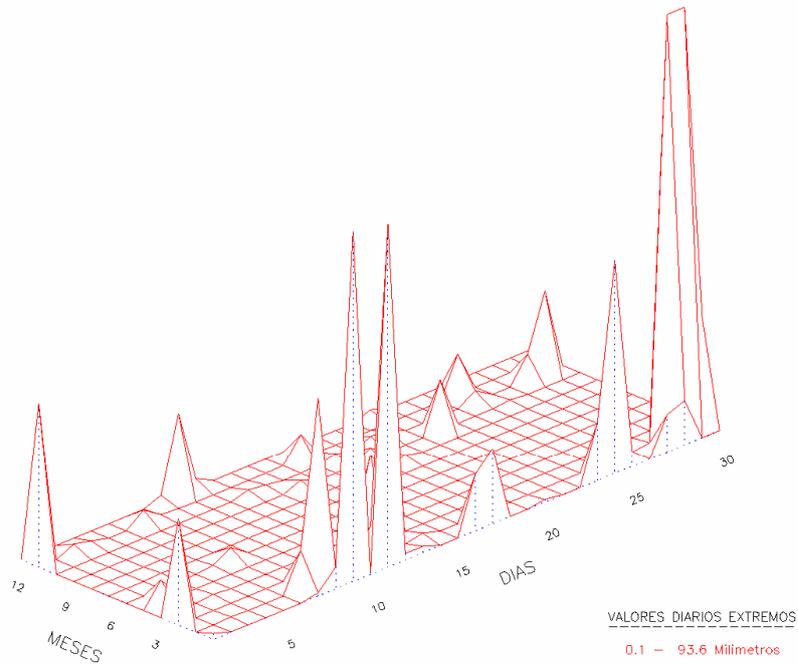
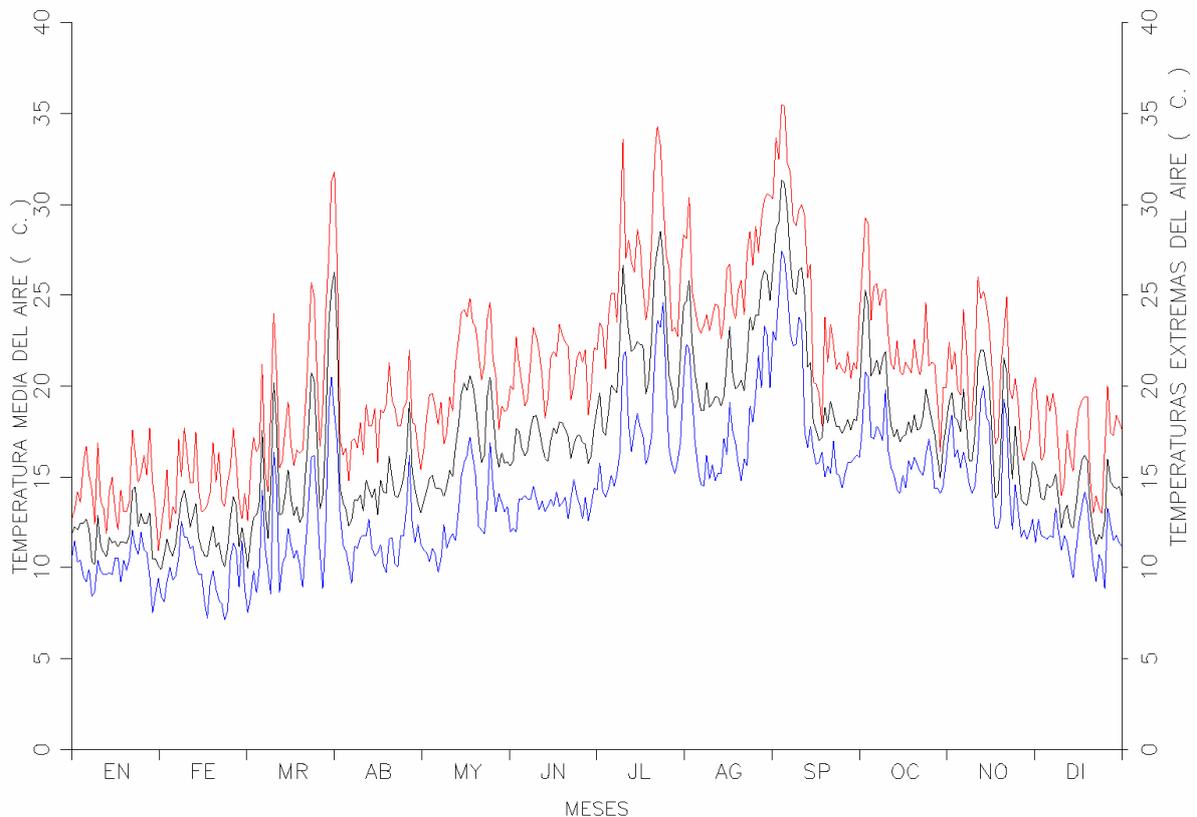


Figura 2: Presentación tridimensional anual de las precipitaciones diarias

Visión global de las intensidades de las precipitaciones diarias para cada mes del año. Los días con precipitaciones son 71 y se distribuyen de manera desigual. Los días con precipitaciones importantes se recogen en enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre; el resto del año, las precipitaciones son en forma de lloviznas o ligeros chubascos. Los días con precipitaciones abundantes: enero (77.6 mm, 75.9 mm, 47.1 mm, 13 mm: vientos muy débiles, 16.9 mm y 12.5 mm: vientos moderados y fuertes), febrero (93.6 mm: vientos fuertes; 40.7 mm: vientos débiles), marzo (23.6 mm: vientos moderados), abril (17 mm y 10.5 mm: vientos débiles), septiembre (11.3 mm: vientos muy débiles), octubre (18.1 mm: vientos muy débiles), noviembre (36.4 mm: vientos muy débiles) y diciembre (18.3 mm: vientos fuertes).

ARAFO – ANAVINGO – 2006 – (Obs. DIARIAS)


Figura 3: Temperaturas medias y temperaturas extremas diarias

Enero, febrero y diciembre son los meses **más fríos** (temperaturas medias diarias comprendidas entre 9.9 °C y 16.2 °C). Septiembre es el mes **más calientes** (temperaturas medias diarias comprendidas entre 17 °C y 31.4 °C). Las temperaturas medias mensuales extremas son 11.8 °C (enero, febrero) y 22 °C (septiembre). El verano es caliente, la primavera y el otoño son cálidos, y el invierno es templado. Las diferencias medias mensuales entre las temperaturas extremas diarias son superiores a 5.6 °C en invierno y 8 °C en verano: enero 4.3 °C, abril 7 °C, julio 8.9 °C y octubre 6.4 °C). Los días con T (media diaria) ≤ 10 °C son 2, 0.5 %; 10 °C $< T \leq 15$ °C son 142, 38.9 %; 15 °C $< T \leq 20$ °C son 142, 38.9 %, 20 °C $< T \leq 25$ °C son 56, 15.3 %; 25 °C $< T \leq 30$ °C son 21, 5.8 % y $T > 30$ °C son 2, 0.5 %. La temperatura media diaria anual es 17 °C y la diferencia media anual entre las temperaturas extremas diarias es 6.6 °C.

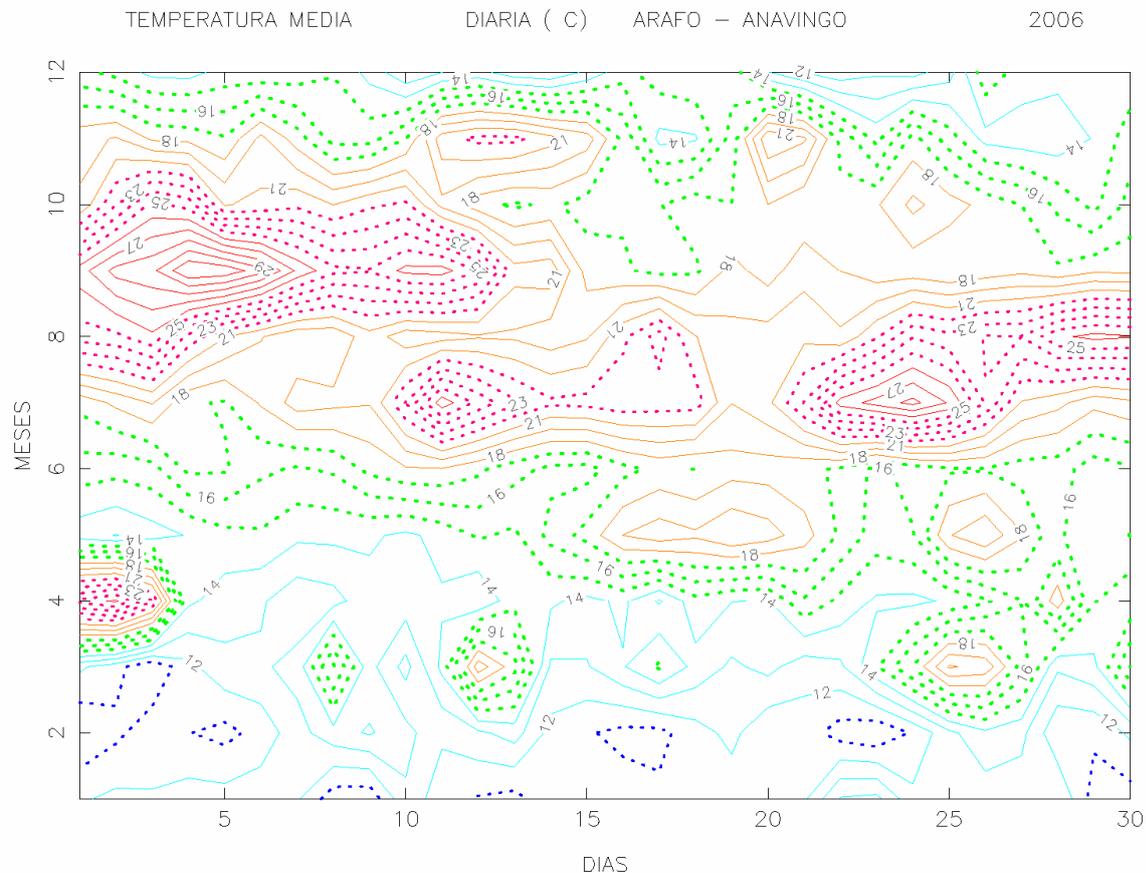


Figura 4: Contorno anual de temperaturas medias diarias

Las isotermas indican la inexistencia de simetría en la distribución de las temperaturas medias diaria a lo largo del año. El invierno es templado, tiene las temperaturas medias inferiores a 15 °C; en enero y febrero tienen algunos días temperaturas medias inferiores a 16 °C. La primavera es cálida, tiene las temperaturas medias comprendidas entre 14 °C y 18 °C, excepto algunos días en abril y mayo, las temperaturas medias son superiores a 19 °C, “olas de calor”. El verano es cálido a caliente, tiene las temperaturas medias superiores a 18 °C, y algunos días alcanzan temperaturas medias superiores a los 23 °C. El otoño, tiene, las temperaturas medias comprendidas entre 14 °C y 21 °C, excepto algunos días a comienzo de octubre, las temperaturas medias son superiores a 22 °C.

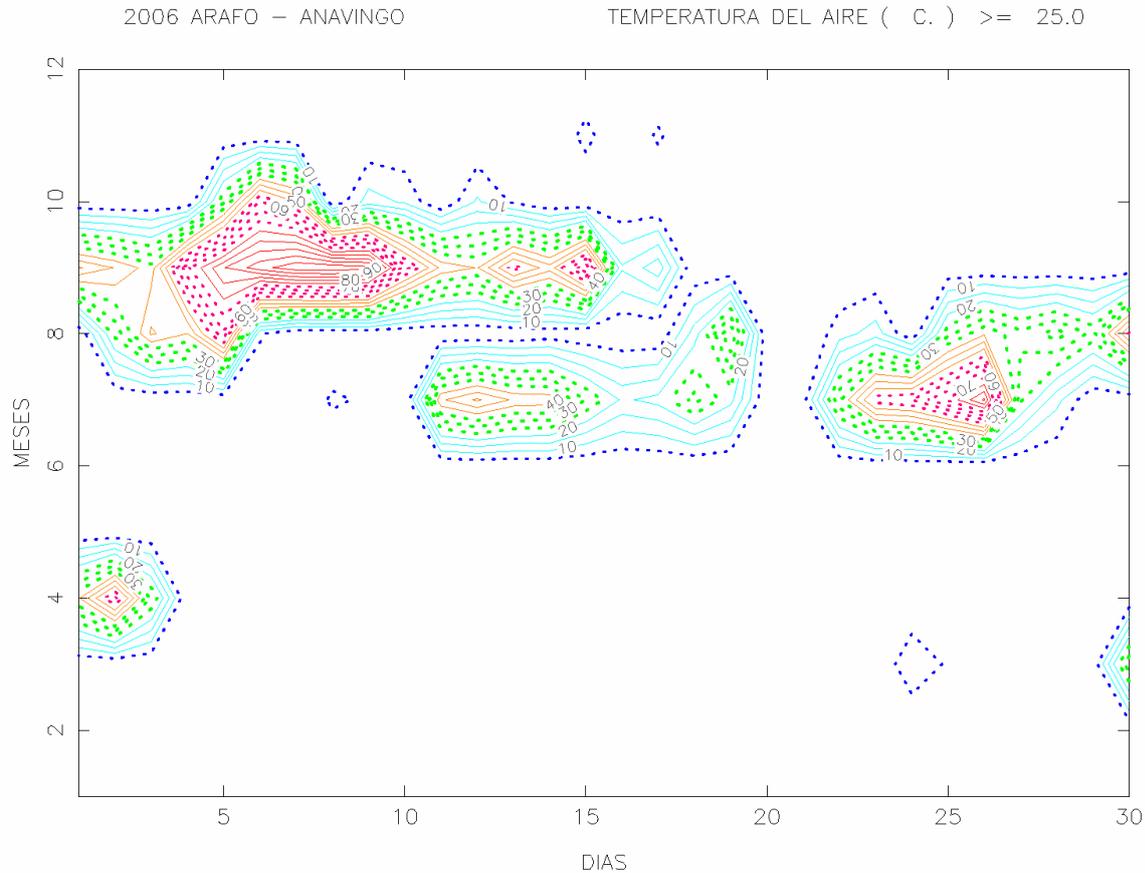


Figura 5: Contorno anual de las frec. relat. de registros de temperaturas superiores o iguales a 25 °C

Las gráficas presentan las isoclasas de frecuencias relativas diarias expresadas en porcentajes e indican las arbitrariedades con que se presentan las temperaturas altas a lo largo del año. Las temperaturas son registradas cada 12 minutos. Las temperaturas calientes se registran entre marzo y noviembre, frecuencias relativas superiores al 10 %, y muchos días alcanzan frecuencias relativas superiores al 50 %; los periodos calientes más largos se registran en julio (161.6 h), agosto (137.2 h) y septiembre (216.4 h). Las temperaturas muy calientes ($T > 30$ °C) se registran en abril, julio, agosto y septiembre; el periodo más largos se registra en septiembre (69.2 h). Son notables, las ausencias de temperaturas calientes en mayo y junio, y las presencias de “olas de calor” en abril, octubre y noviembre.

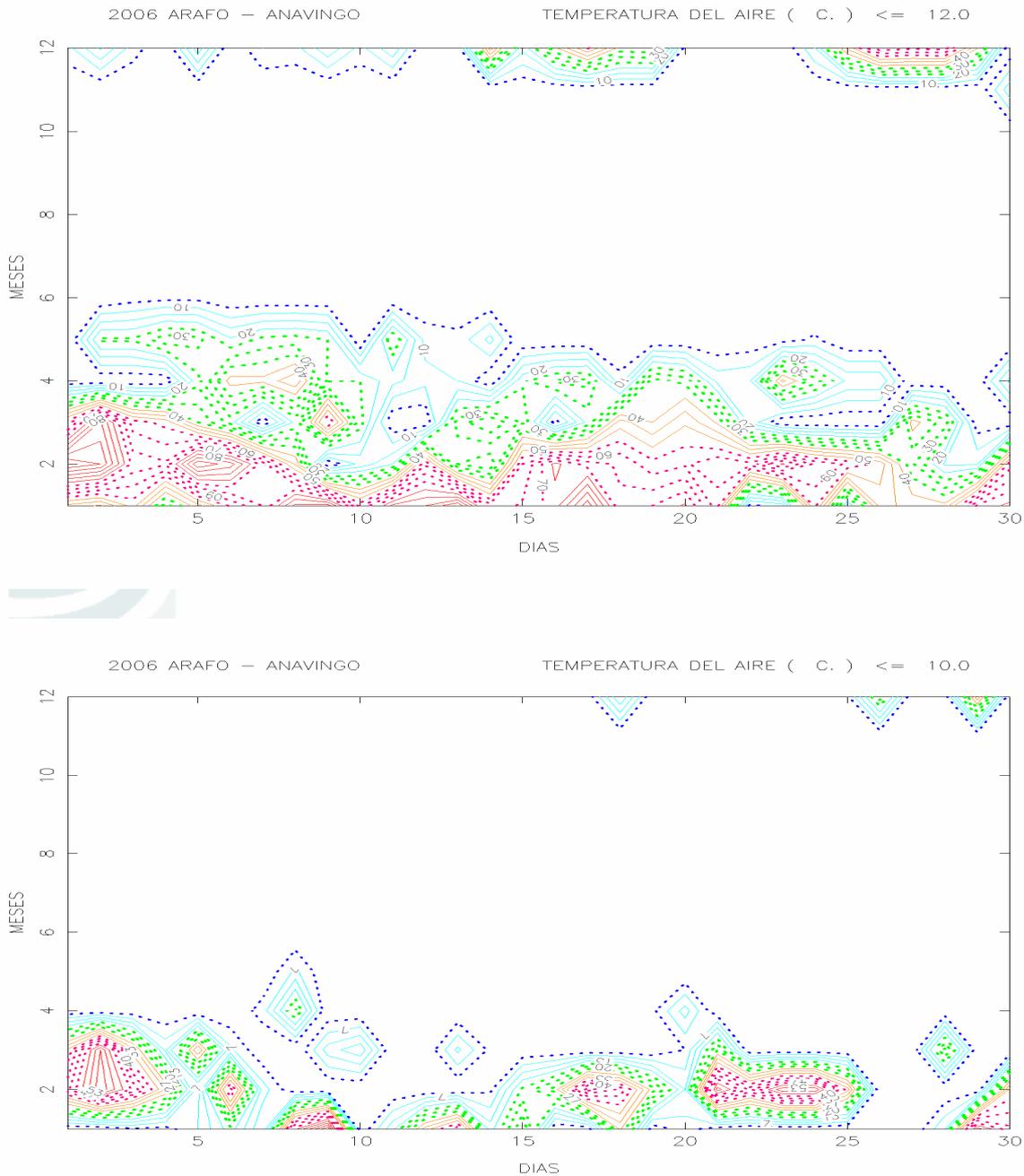


Figura 6: Contornos anuales de las frec. relat. registros de temp. inferiores o iguales a 12 °C y 10 °C.

La gráfica presenta las isolíneas de frecuencias relativas diarias expresadas en porcentajes e indican las arbitrariedades con que se presentan las temperaturas frías. Las temperaturas son registradas cada 12 minutos. Las temperaturas “menos templadas” se registran en los periodos enero a junio, noviembre y diciembre, tienen frecuencias relativas superiores al 10 %, y muchos días alcanzan valores superiores al 50 %; los periodos “menos templados” más largos: enero (442.4 h), febrero (368.8 h), marzo (203.6 h), abril (138.6 h) y diciembre (174 h). Las temperaturas “frías” se registran en los periodos enero a mayo y diciembre, tienen frecuencias relativas superiores al 7 %, y algunos días alcanzan valores superiores al 27 %; los periodos “fríos” más largos: enero (109.6 h), febrero (150.6 h) y marzo (63.6 h).

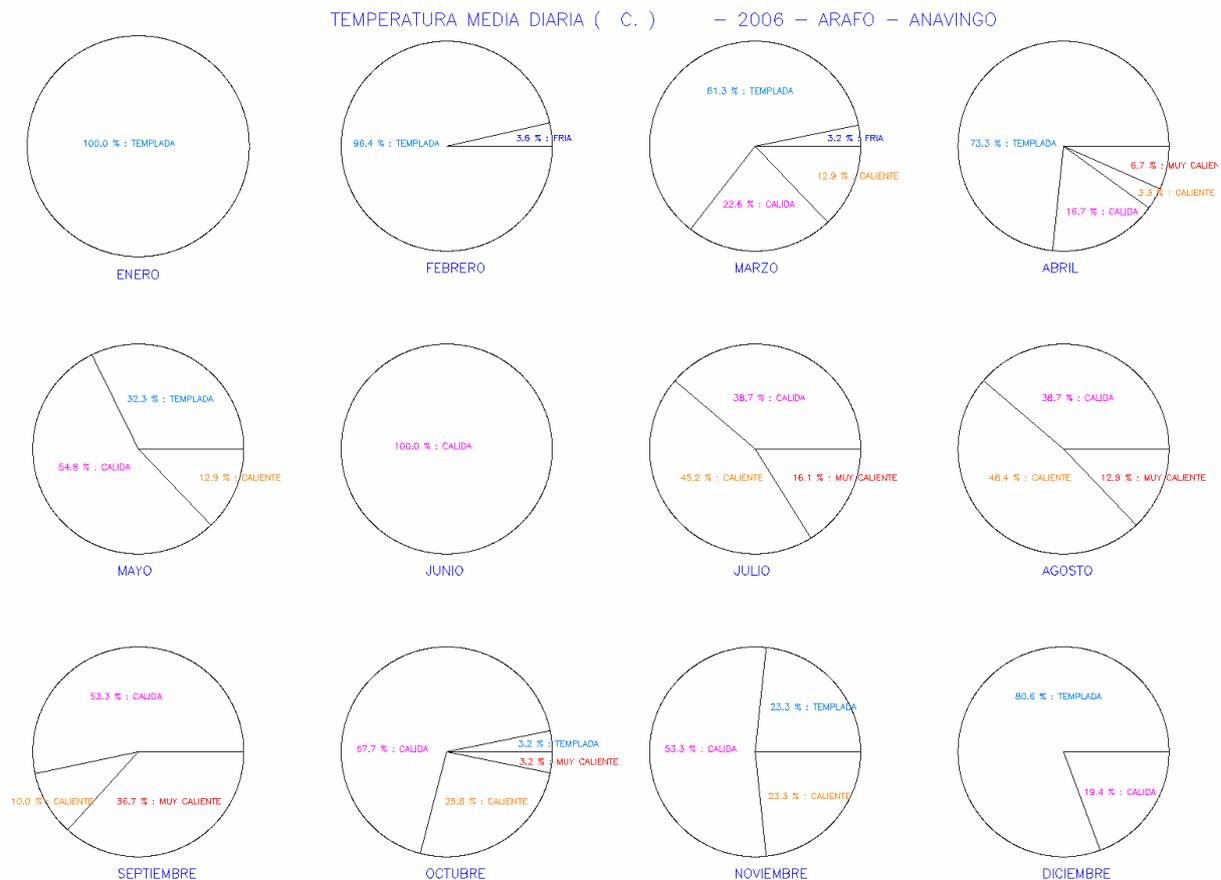
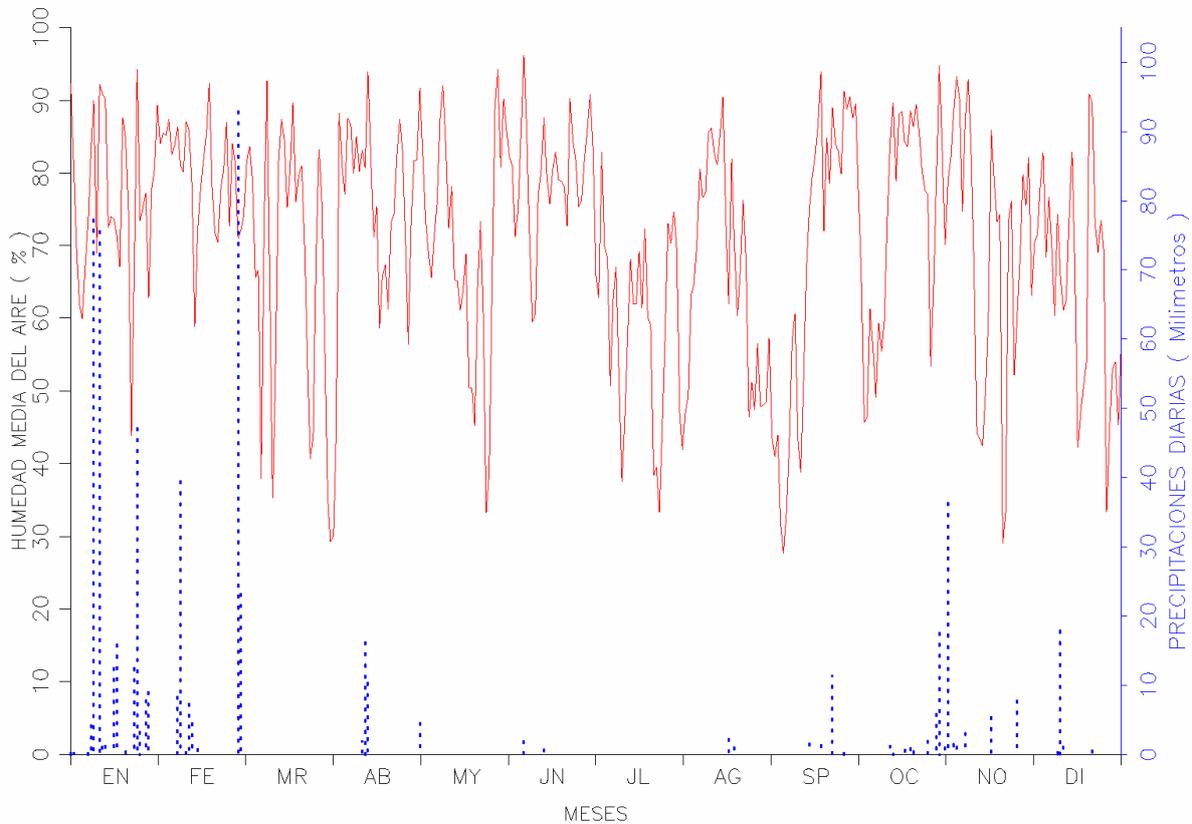


Figura 7: Diagramas sectoriales mensuales de las temperaturas medias diarias

Un diagrama sectorial es la presentación de las frecuencias relativas sobre un círculo. La frecuencia es proporcional al ángulo del sector circular. Elegimos 5 intervalos de temperaturas: $T \leq 10^{\circ}\text{C}$ (fría), $10^{\circ}\text{C} < T \leq 15^{\circ}\text{C}$ (templada), $15^{\circ}\text{C} < T \leq 20^{\circ}\text{C}$ (cálida), $20^{\circ}\text{C} < T \leq 25^{\circ}\text{C}$ (caliente) y $T > 25^{\circ}\text{C}$ (muy caliente). Enero y febrero son los meses “más fríos”, y septiembre es el mes “más caliente”. Las temperaturas frías se registran en febrero y marzo, y son poco importantes. Las temperaturas templadas se registran en los periodos enero a mayo; en enero, febrero y diciembre son muy importantes; en marzo son importantes, y en mayo y noviembre son frecuentes. Las temperaturas cálidas se registran a partir de marzo; en junio y octubre son muy importantes; en mayo, septiembre y noviembre son importantes, y en abril y diciembre son frecuentes. Las temperaturas calientes se registran en marzo, abril, mayo y entre julio a noviembre; en julio y agosto son importantes, y en octubre y noviembre son frecuentes. Las temperaturas muy calientes se registran en abril y entre julio a octubre, en septiembre es frecuente.

ARAFO – ANAVINGO – 2006 – (Obs. DIARIAS)


Figura 8: Humedades medias y precipitaciones diarias

Julio, agosto y diciembre son los meses **menos húmedos** (humedades medias diarias comprendidas entre 33 % y 91 %). Enero y febrero son los meses **más húmedos** (humedades medias diarias comprendidas entre 44 % y 94 %). Las humedades medias diarias extremas son 29 %, 28 % (abril, septiembre) y 96 %, 95 % (junio, octubre). Marzo, abril, mayo, julio, septiembre, noviembre y diciembre presentan algunos días secos, humedades medias diarias inferiores al 40 %. Todos los meses, excepto julio presentan días muy húmedos, humedades medias diarias superiores al 85 %. Los días más húmedos coinciden con los días lluviosos o neblinosos. Los días secos que presentan humedades medias igual o inferiores al 40 % son 18, 4.9 %. Los días secos y semisecos que presentan humedades medias igual o inferiores al 55 % son 66, 17.5 %; lo contrario, los días húmedos que presentan humedades medias igual o superiores al 70 % son 219, 60 %, y los días muy húmedos que presentan humedades medias superiores al 85 % son 68, 18.6 %. La humedad media diaria anual es 71 %.

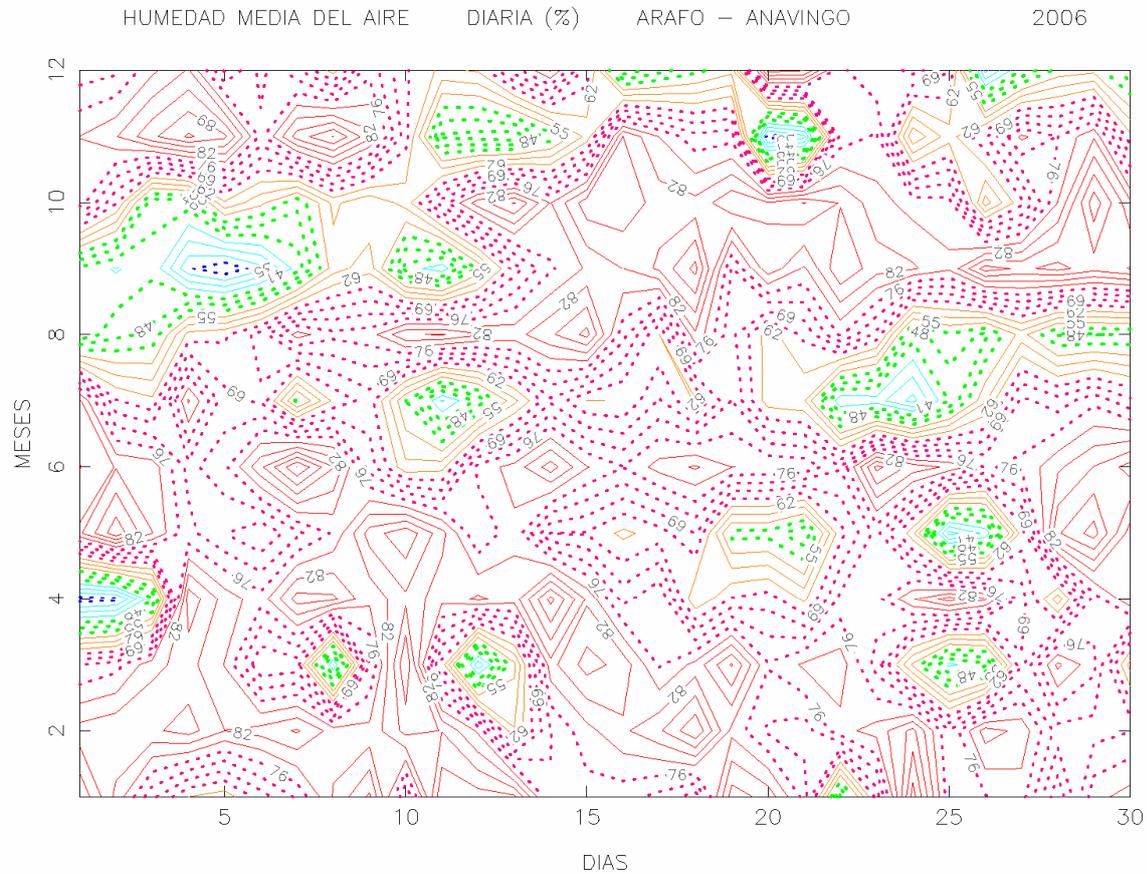


Figura 9: Contorno anual de humedades medias diarias

Las isolíneas de humedad no tienen una distribución uniforme. Las isolíneas cerradas y sinuosas nos indican las alternancias de días húmedos y secos. Enero, marzo, abril, mayo y julio a diciembre tienen algunos días secos y días semisecos, humedades medias inferiores al 55 %. Todos los meses, excepto julio, tienen algunos días muy húmedos, humedades medias superiores al 85 %. Todos los meses presentan muchos días húmedos, excepto el verano, humedades medias superiores al 69 %.

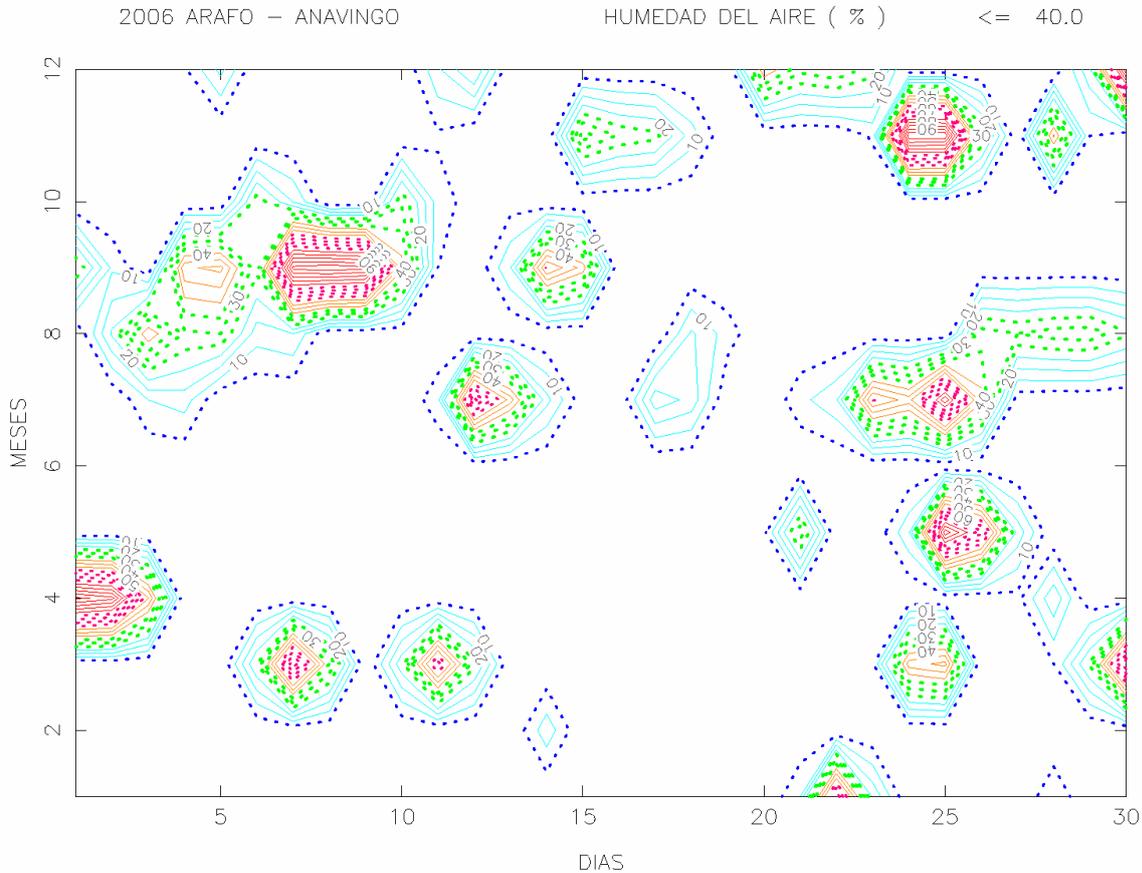


Figura 10: Contorno anual de las frec. relat. de registros de humedades inferiores o iguales a 40 %.

La gráfica presenta las isolíneas de frecuencias relativas diarias expresadas en porcentajes e indican las arbitrariedades con que se presentan las humedades bajas. Las humedades son registradas cada 12 minutos. Las gráficas indican las isolíneas de frecuencias relativas diarias de humedades secas. Las humedades secas se presentan todos los meses, excepto en junio; en marzo (110 h), julio (117.8 h), septiembre (141.2 h), noviembre (96 h) y diciembre (104 h) tienen los periodos secos más largos, frecuencias relativas superiores al 10 %, y algunos días alcanzan valores superiores al 40 %. Las horas secas y muy secas ($H \leq 30 \%$) acumuladas son 822.6 horas/año y 217.4 horas/año.

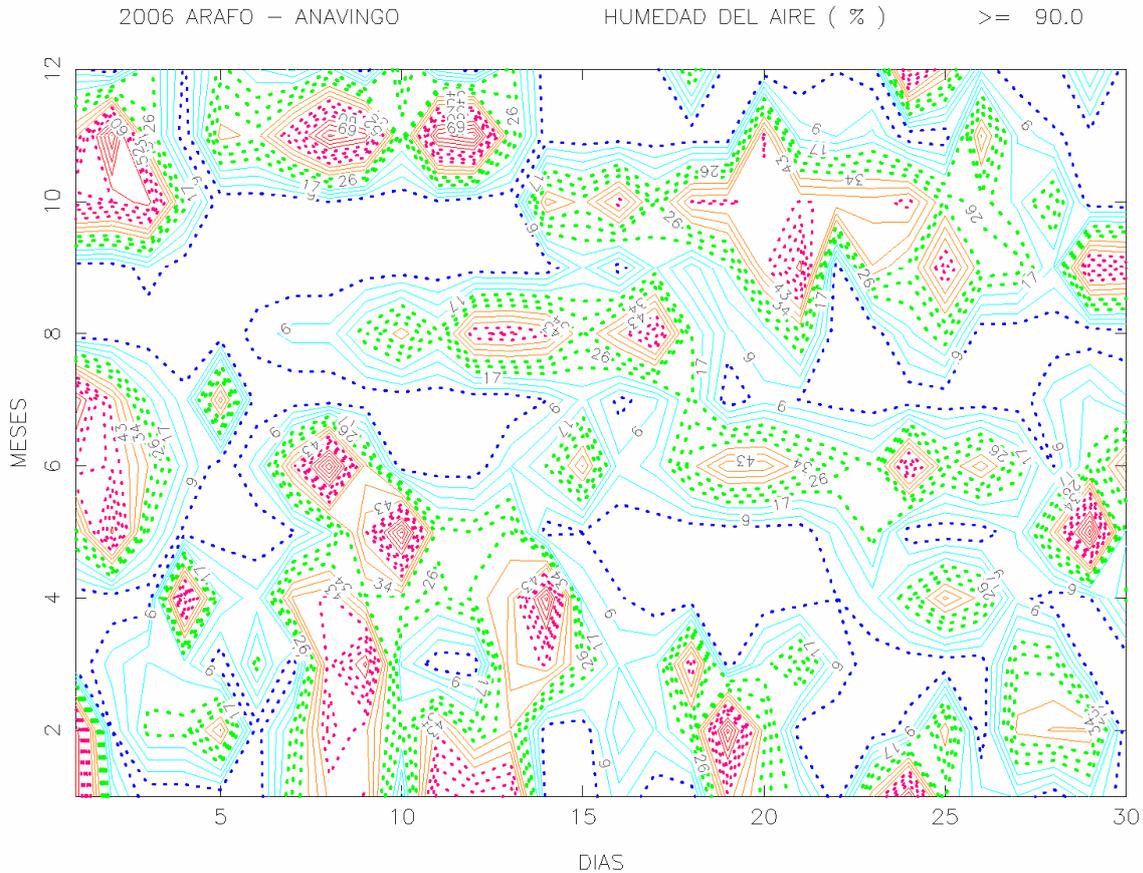


Figura 11: Contorno anual de las frec. relat. de registros de humedades superiores o iguales a 90 %

Las isolíneas de frecuencias relativas diarias indican las humedades superiores al 90 %. Estos contornos son contrarios a la situación anterior. Las humedades muy húmedas se presentan todos los meses del año, excepto en julio, las frecuencias relativas son superiores al 9 %, y muchos días alcanzan el 43 %: los periodos muy húmedos más largos: enero (174 h), junio (211.8 h), septiembre (158.8 h), octubre (180.6 h) y noviembre (157.4 h); los periodos muy húmedos más cortos: julio (51.4 h) y diciembre (71 h). Las horas muy húmedas acumuladas son 1680 horas/año.

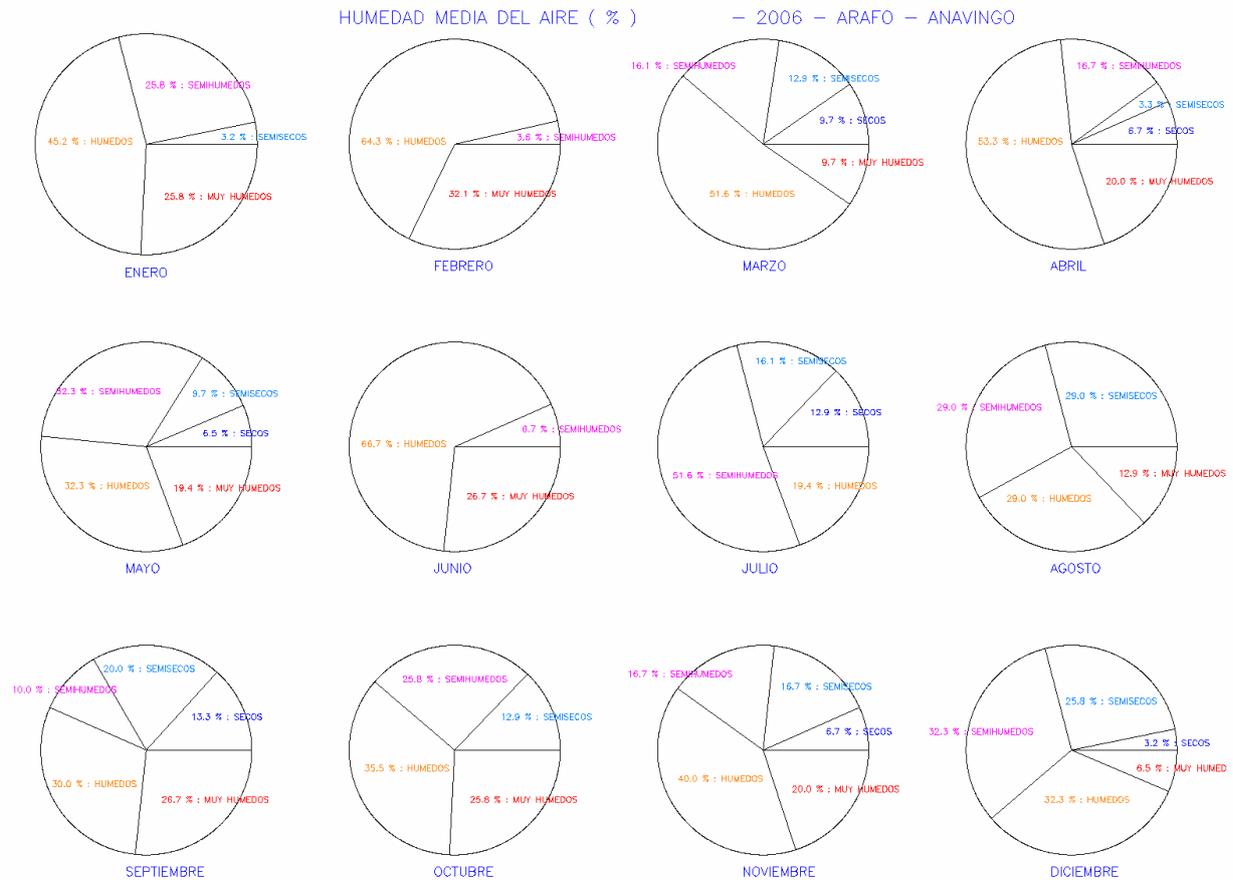
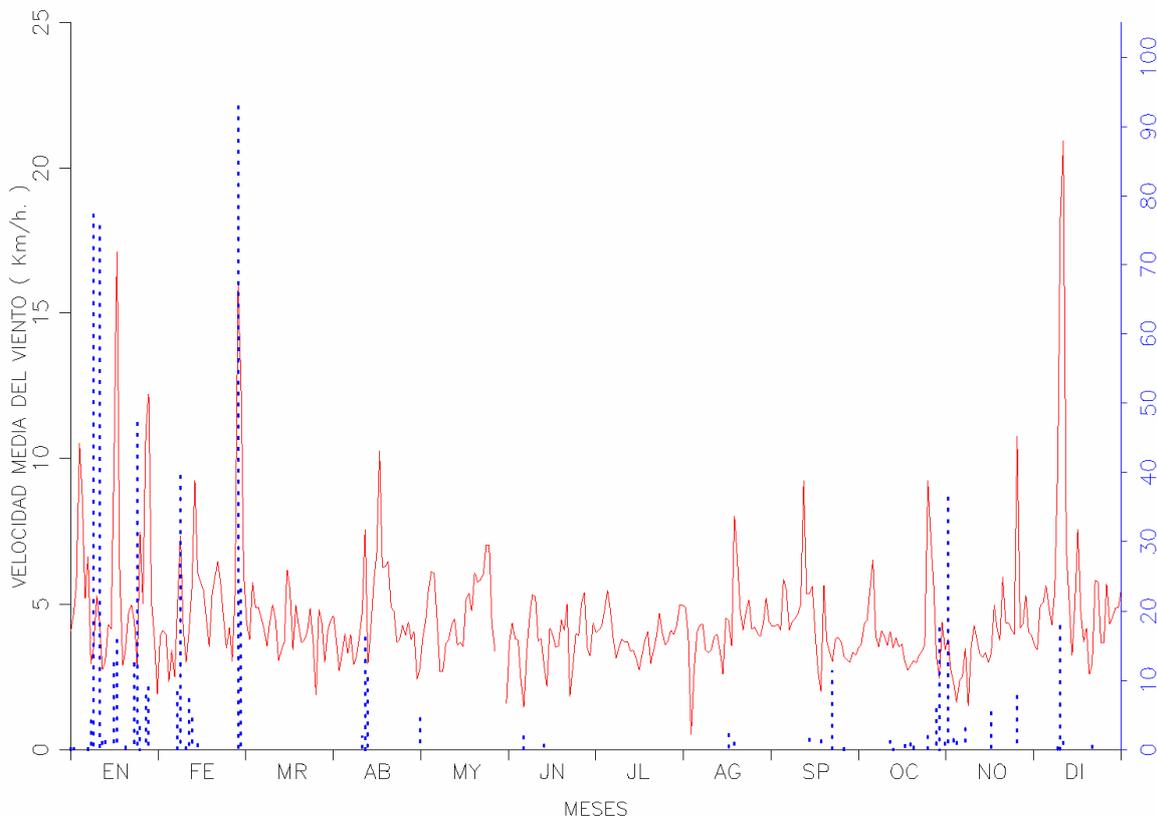


Figura 12: Diagramas sectoriales mensuales de las humedades medias diarias

Un diagrama sectorial es la presentación de las frecuencias relativas sobre un círculo. La frecuencia es proporcional al ángulo del sector circular. Elegimos 5 intervalos de humedades: $H \leq 40\%$ (seco), $40\% < H \leq 55\%$ (semiseco), $55\% < H \leq 70\%$ (semihúmedo), $70\% < H \leq 85\%$ (húmedo) y $H > 85\%$ (muy húmedo). Julio y diciembre son los meses “más secos”; lo contrario, febrero y junio son los meses “más húmedos”. Las humedades secas se registran en marzo, abril, mayo, julio, septiembre, noviembre y diciembre; en julio y septiembre son notables. Las humedades semisecas se registran todos los meses, excepto en febrero y julio; en agosto, septiembre y diciembre son frecuentes. Las humedades semihúmedas se registran todos los meses; en mayo, julio y diciembre son importantes. Las humedades húmedas se registran frecuentemente todos los meses; entre enero a abril y junio son importantes. Las humedades muy húmedas se registran todos los meses, excepto en julio; en enero, febrero, abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre son frecuentes.

ARAFO – ANAVINGO – 2006 – (Obs. DIARIAS)


Figura 13: Velocidades medias diarias

Las velocidades del viento son variables durante todo el año. Junio y julio son los meses “menos ventosos”, tienen las velocidades medias 3.7 km/h y 3.9 km/h; lo contrario, enero y diciembre son los meses “más ventosos”, tienen las velocidades medias 5.8 km/h, y las velocidades medias diarias no superan los 21 km/h. El día más lluvioso (93.6 mm, 16.1 km/h, 71 %) tiene vientos fuertes. Son notables las velocidades medias diarias: 17.1 km/h, 10.9 km/h y 10 km/h: vientos húmedos, 12.2 km/h: vientos semihúmedos (enero); 16.1 km/h (febrero): vientos húmedos; 12.6 km/h (marzo): vientos húmedos; 10.3 km/h (abril): vientos semisecos; 10.8 km/h (noviembre): vientos semihúmedos; 21 km/h, 18.3 km/h (octubre): vientos semihúmedos. Las velocidades medias diarias inferiores o igual a 5 km/h son 274, 75.1 %; las velocidades medias diarias superiores a 5 km/h e inferiores o igual a 10 km/h son 79, 21.6 %; las velocidades medias diarias superiores a 10 km/h e inferiores o igual a 15 km/h son 6, 1.6 %; las velocidades medias diarias superiores a 15 km/h son 4, 1.1 %. La velocidad media diaria anual es 4.5 km/h.

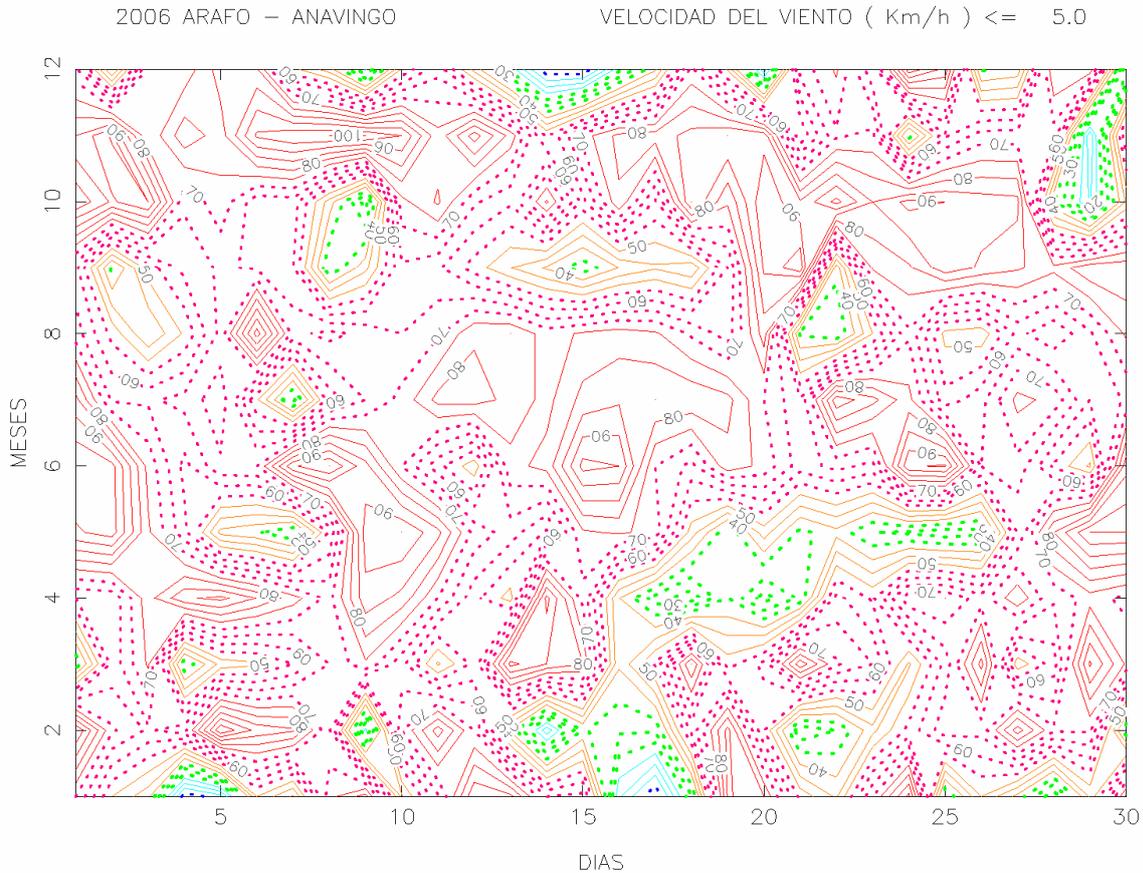


Figura 14: Contorno anual de las frec. relat. de registros de velocidades menores o iguales a 5 km/h.

La gráfica presenta las isolíneas de frecuencias relativas diarias expresadas en porcentaje indican las velocidades débiles. Las velocidades son registradas cada 12 minutos. Las isolíneas cerradas indican que las velocidades muy débiles y débiles se alternan a lo largo del año. Las velocidades muy débiles están presentes todos los días del año; muchos días las frecuencias relativas son superiores al 50 % y muchos días alcanzan el 70 %. Los periodos poco ventosos más largos se registran en marzo (396.6 h), abril (411 h), junio (443.4 h), julio (454.8 h), septiembre (418.2 h), octubre (453 h) y noviembre (437 h); el periodo poco ventoso más corto se registra en diciembre (320.6 h).

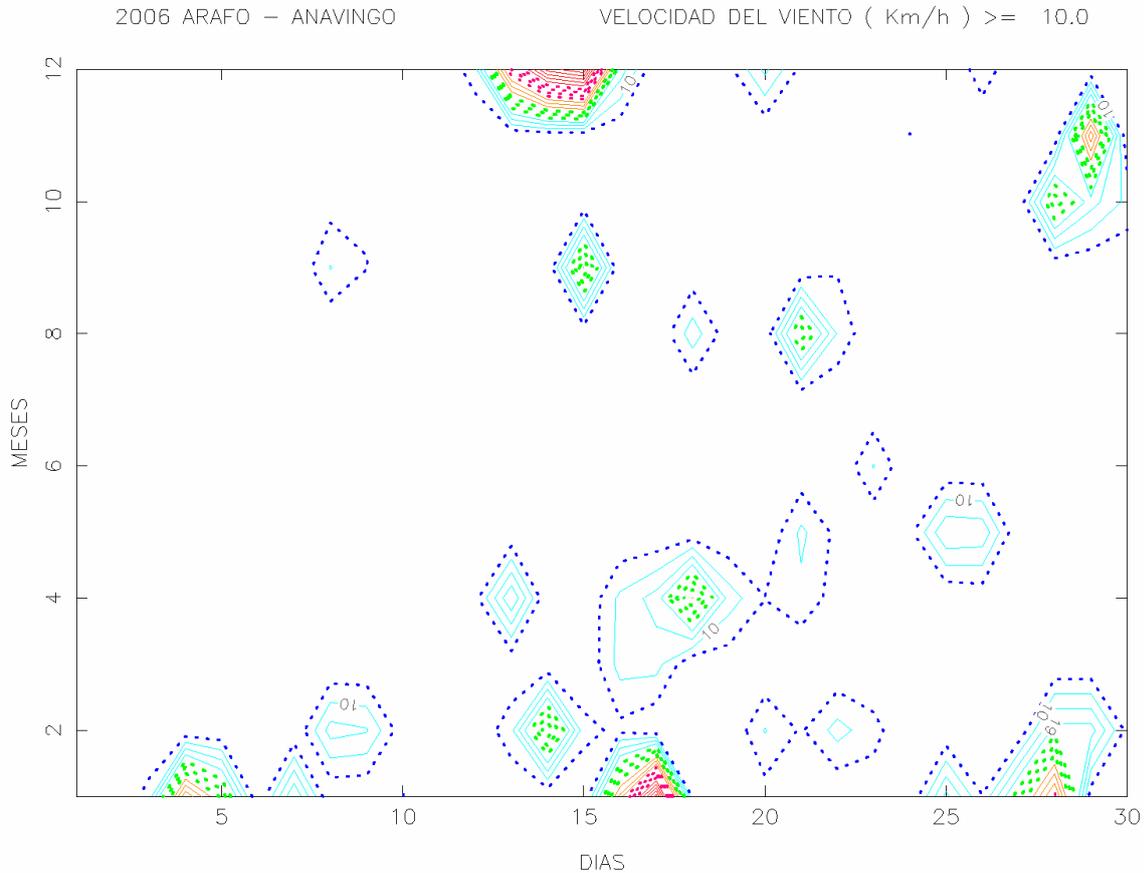


Figura 15: Contorno anual de las frec. relat. de registros de velocidades mayores o iguales a 10 km/h.

Las isolíneas de frecuencias relativas diarias indican las velocidades minutarias superiores a 10 km/h. La gráfica es contraria a la situación anterior, los días moderadamente ventosos son poco frecuentes, y se registran todos los meses; las frecuencias relativas son superiores al 10 %, y algunos días alcanzan valores superiores al 19 %. Los periodos más largos de velocidades moderadas se registran en enero (91.2 h), febrero (57 h) y diciembre (72.2 h).

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO (Km/h.) – 2006 – ARAFO – ANAVINGO

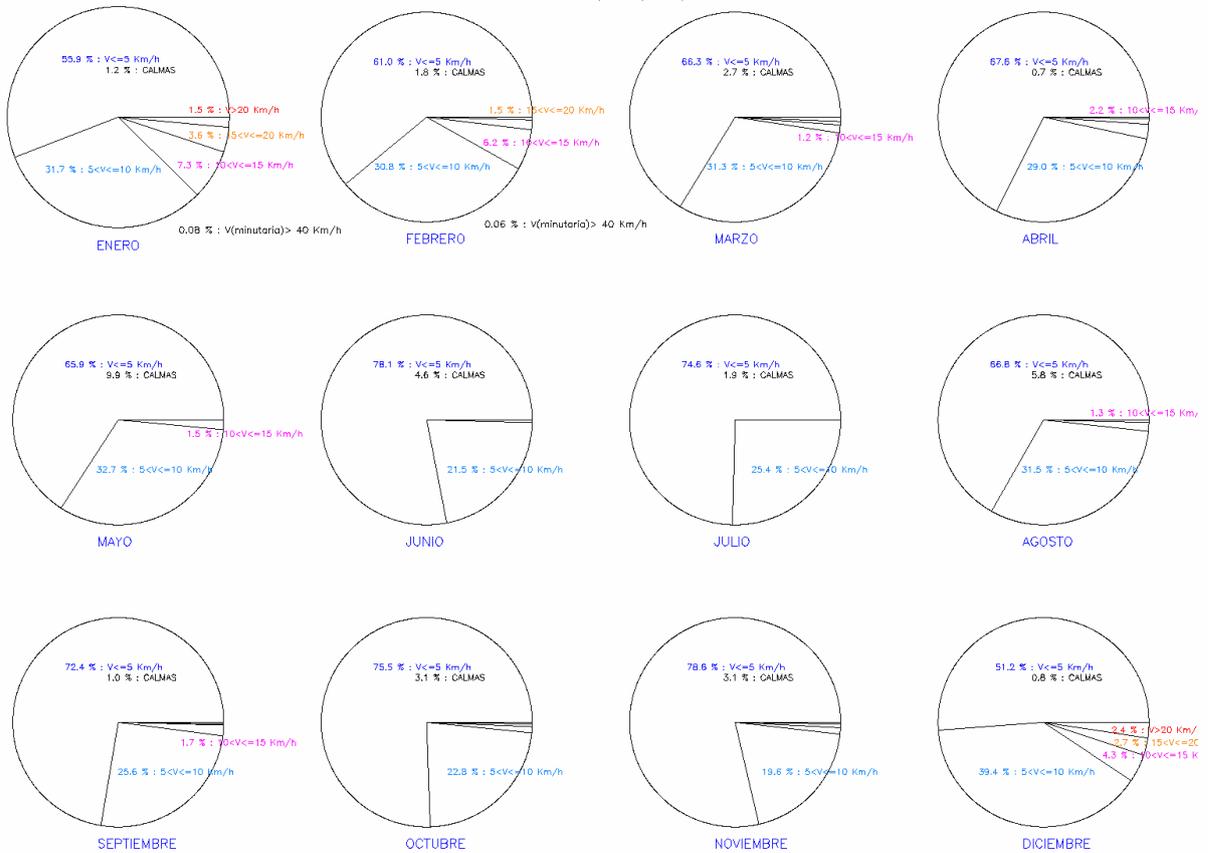
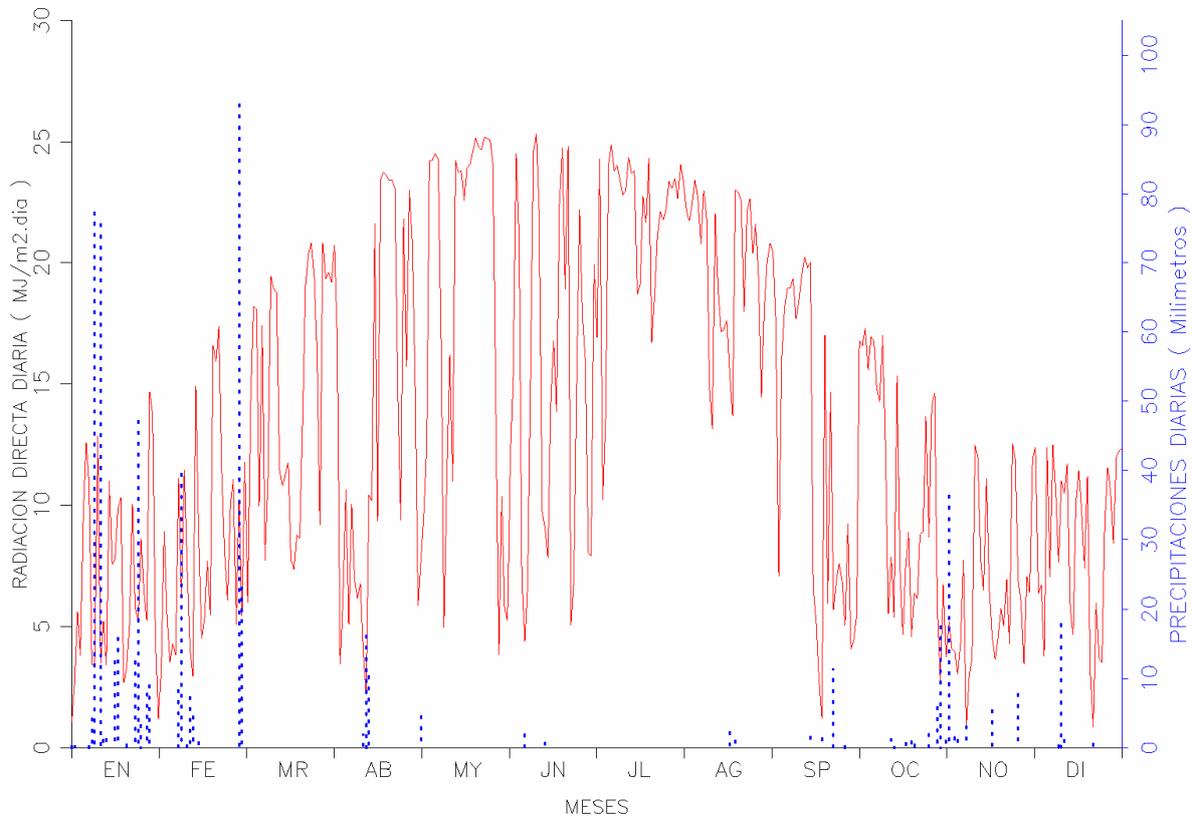


Figura 16: Diagramas sectoriales mensuales de las velocidades medias horarias

Un diagrama sectorial es la presentación de las frecuencias relativas sobre un círculo. La frecuencia es proporcional al ángulo del sector circular. Elegimos 4 intervalos de velocidades: $V \leq 5$ Km/h, $5 < V \leq 10$ Km/h, $10 < V \leq 15$ Km/h y $V > 15$ Km/h. Las velocidades muy débiles se registran frecuentemente todos los meses; en marzo, abril, junio, julio, septiembre, octubre y noviembre son muy importantes. Las velocidades débiles se registran frecuentemente todos los meses; en enero, febrero y diciembre son notables. Las velocidades moderadas se registran todos los meses; en diciembre son frecuentes. Las velocidades fuertes se registran entre enero a abril y agosto a diciembre; en enero y diciembre son poco apreciables. Todos los meses tienen velocidades en calmas; en mayo, junio, agosto y noviembre son notables.

ARAFO – ANAVINGO – 2006 – (Obs. DIARIAS)


Figura 17: Radiaciones directas y precipitaciones diarias

La radiación solar directa en los días soleados está relacionada con el ciclo astronómico de la radiación extraterrestre diaria. El contenido de agua del aire condiciona la radiación directa medida en el suelo. Muchos días tienen radiaciones altas, solamente los días lluviosos, neblinosos o muy nubosos son los que tienen radiaciones bajas. Las radiaciones diarias extremas son 0.8 MJ/m^2 , 0.9 MJ/m^2 (noviembre y diciembre) y 25.2 MJ/m^2 , 25.3 MJ/m^2 (mayo, junio). Son notables las radiaciones diarias: enero: 1.1 MJ/m^2 ($11.9 \text{ }^\circ\text{C}$, 93 %, 4.1 km/h , 1.4 mm , calima), 1.2 MJ/m^2 ($10.1 \text{ }^\circ\text{C}$, 89 %, 1.9 km/h); abril: 2.2 MJ/m^2 ($14.9 \text{ }^\circ\text{C}$, 81 %, 7.6 km/h , 17 mm); septiembre 1.2 MJ/m^2 ($17.2 \text{ }^\circ\text{C}$, 94 %, 2 km/h , 2.6 mm); noviembre 0.8 MJ/m^2 ($17.9 \text{ }^\circ\text{C}$, 88 %, 3.5 km/h , 3.1 mm , calima) y diciembre: 0.9 MJ/m^2 ($12 \text{ }^\circ\text{C}$, 90 %, 3 km/h , 1.5 mm); lo contrario, marzo: 20.8 MJ/m^2 ($13.9 \text{ }^\circ\text{C}$, 77 %, 4.4 km/h), abril: 23.8 MJ/m^2 ($14.2 \text{ }^\circ\text{C}$, 66 %, 6.3 km/h), mayo: 25.2 MJ/m^2 ($16.2 \text{ }^\circ\text{C}$, 60 %, 6 km/h), 25.2 MJ/m^2 ($18.9 \text{ }^\circ\text{C}$, 45 %, 6.1 km/h , calima) y 25.1 MJ/m^2 ($19.5 \text{ }^\circ\text{C}$, 33 %, 7 km/h), junio: 25.3 MJ/m^2 ($18.4 \text{ }^\circ\text{C}$, 61 %, 5.3 km/h , calima), julio: 24.9 MJ/m^2 ($20 \text{ }^\circ\text{C}$, 51 %, 4.8 km/h), agosto: 23.4 MJ/m^2 ($24.4 \text{ }^\circ\text{C}$, 42 %, 5 km/h) y 23.4 MJ/m^2 ($20.7 \text{ }^\circ\text{C}$, 65 %, 2.6 km/h) y septiembre: 20.4 MJ/m^2 ($26.6 \text{ }^\circ\text{C}$, 44 %, 4.2 km/h , calima). Las radiaciones diarias inferiores o iguales a 10 MJ/m^2 .día son 150, 41.1 %, las radiaciones diarias superiores a 10 MJ/m^2 .día inferiores o igual a 20 MJ/m^2 .día son 130, 35.6 %. Las radiaciones directas diarias superiores a 20 MJ/m^2 .día son 85, 23.3 %. La radiación directa acumulada 4751 MJ/m^2 .año.

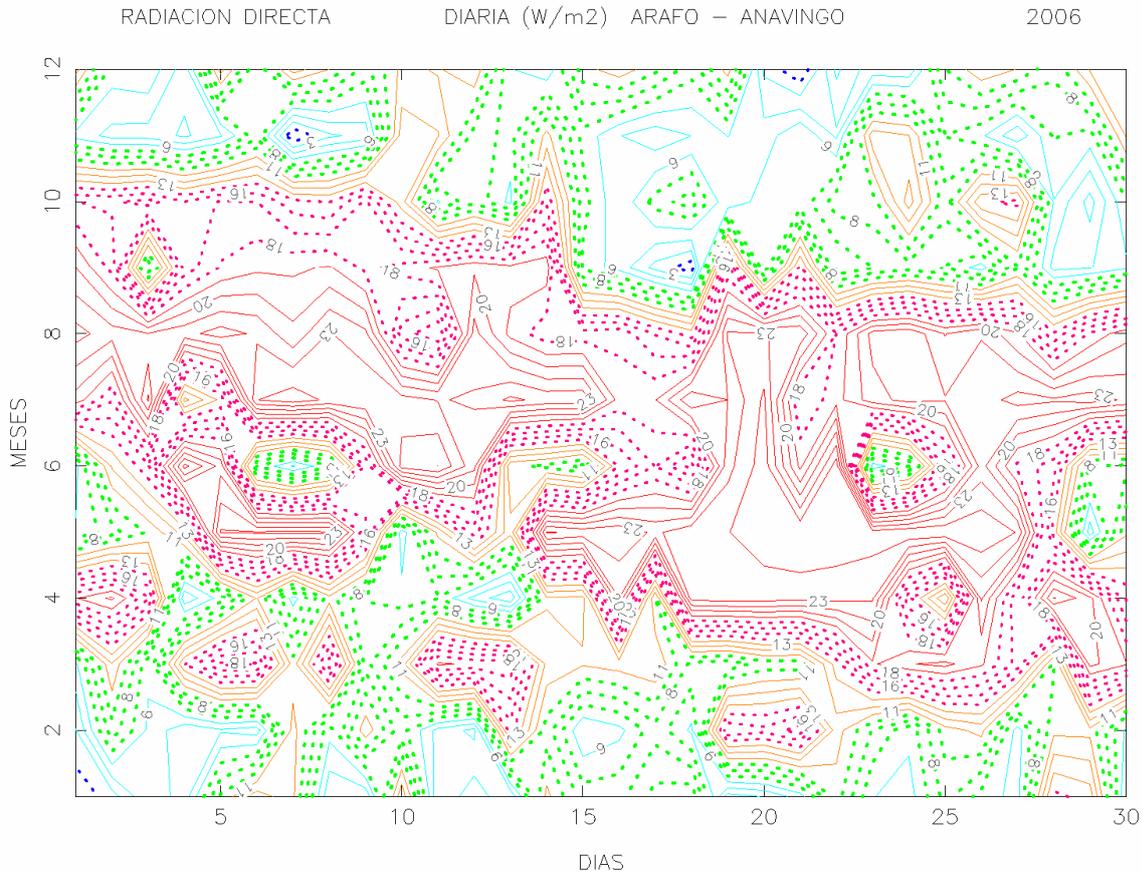


Figura 18: Contorno anual de radiaciones directas diarias

Las isolíneas de radiaciones directas indican la existencia de simetría en la distribución de las radiaciones directas diarias durante el año. Las isolíneas cerradas y sinuosas nos indican la alternancia de días soleados y días cubiertos. Los días cubiertos en enero, febrero, abril y septiembre a diciembre registran las radiaciones diarias más bajas. Los días soleados entre marzo a septiembre registran las radiaciones diarias más altas. Mayo, julio y agosto (568 MJ/m².mes, 669 MJ/m².mes y 618 MJ/m².mes) son los meses más soleados. Enero, febrero y noviembre (211 MJ/m².mes, 231 MJ/m².mes y 193 MJ/m².mes) son meses poco soleados. En general, las radiaciones directas diarias en el invierno y otoño son inferiores a 11 MJ/m²; las radiaciones directas diarias en la primavera son superiores a 8 MJ/m² e inferiores a 20 MJ/m² y las radiaciones directas diarias en el verano son superiores a 11 MJ/m² e inferiores a 23 MJ/m².

RADIACION DIRECTA DIARIA (MJ/m2.dia) – 2006 – ARAFO – ANAVINGO

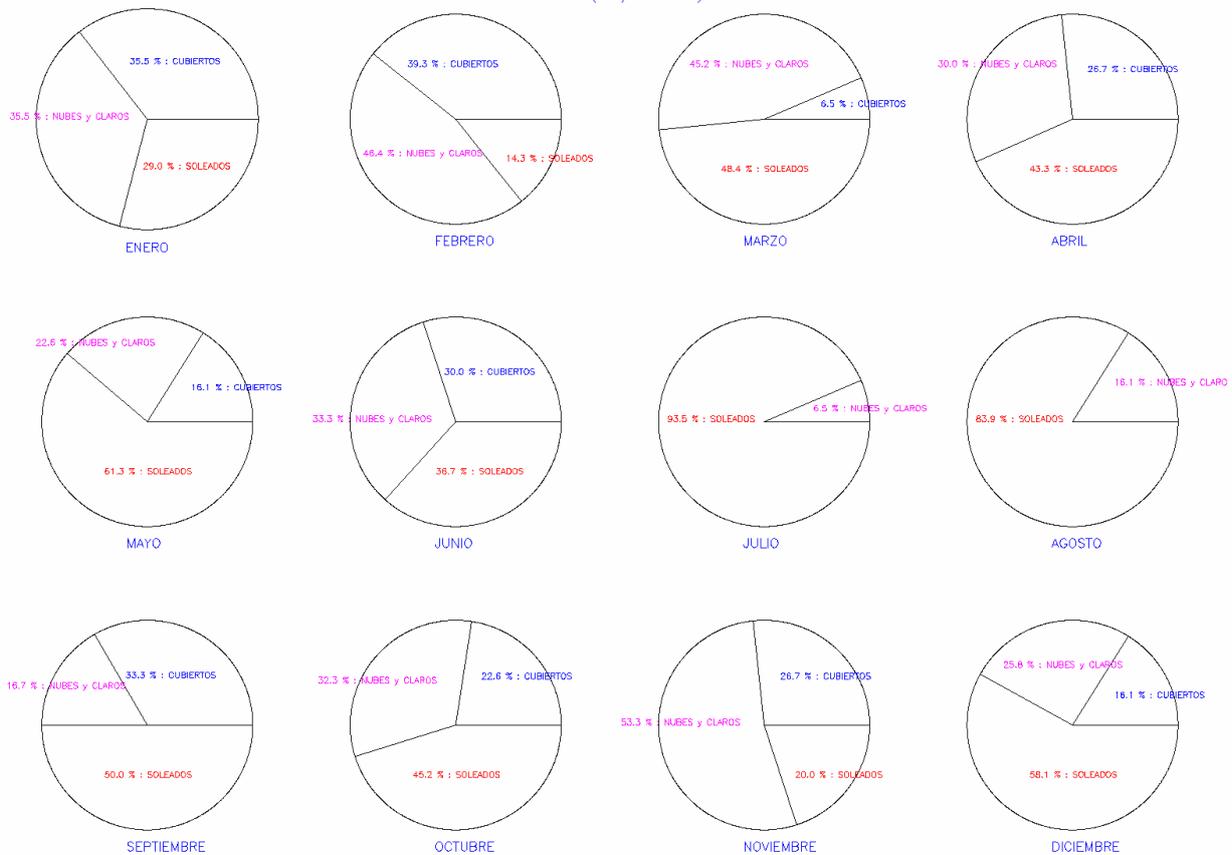


Figura 19: Diagramas sectoriales mensuales de las radiaciones directas diarias

Un diagrama sectorial es la presentación de las frecuencias relativas sobre un círculo. La frecuencia es proporcional al ángulo del sector circular. Elegimos 3 intervalos de radiación: $R \leq R_{max} \text{ mensual}/3$ (cubierto), $R_{max} \text{ mensual}/3 < R \leq 2R_{max} \text{ mensual}/3$ (nubes y claros) y $R > 2R_{max} \text{ mensual}/3$ (soleado). Los días cubiertos se registran todos los meses, excepto en julio y agosto; en enero, febrero y septiembre son importantes. Los días nubosos (nubes y claros) se registran todos los meses; en enero, febrero, marzo, junio, octubre y noviembre son importantes. Los días soleados se registran todos los meses; en julio y agosto son muy importantes; entre marzo a junio, septiembre, octubre y diciembre son importantes.

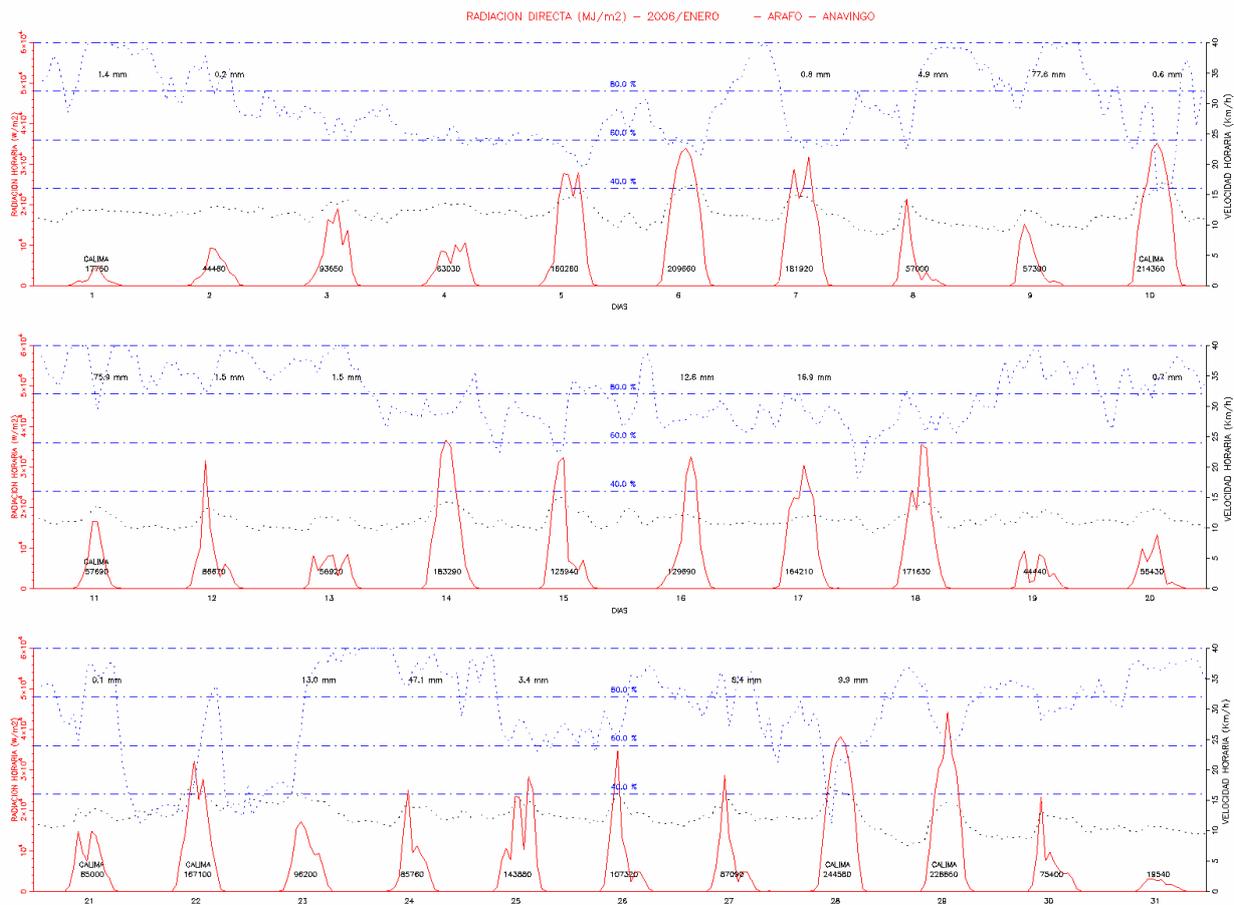


Figura 20: Radiaciones directas horarias y sus relaciones con otras variables en ENERO

Presentación simultánea de la radiación directa, temperatura y humedad en periodos horarios y la precipitación y dirección dominante en periodos diarios. Las gráficas nos indican la relación entre observaciones meteorológicas para todos los días del mes. Las radiaciones directas diarias oscilan entre 17750 W/m² y 244580 W/m². Los días soleados (9) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre 7.5 °C y 17.7 °C, y humedades horarias entre 27 % y 100 %; los días cubiertos (11) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre 8.5 °C y 13.3 °C, humedades horarias entre 56 % y 100 %. La línea termométrica tiene descensos suaves (días cubiertos) y bruscos (días soleados) en los periodos vespertinos, los valores mínimos se registran en la madrugada y ascensos en horas en las primeras horas de la mañana, y sus valores máximos se registran en horas próximas al mediodía. La línea higrométrica tiene variaciones opuestas a la termométrica, excepto en los días lloviznosos, ascensos en las primeras de la tarde y descensos en la madrugada, y sus valores máximos se registran a partir de medianoche. Son notables los días 2, 19 y 31, **nieblas** durante la jornada, temperaturas horarias entre 8.5 °C y 13.3 °C y humedades horarias entre 68 % y 99 %, vientos muy débiles y ausencias de precipitaciones y calima; los días 9, 11, 24 y 17, **“precipitaciones copiosas”** 77.6 mm, 75.9 mm, 47.1 mm y 16.9 mm, temperaturas horarias entre 8.7 °C y 14.7 °C, humedades horarias entre 60 % y 100 %, vientos variables y cubiertos. Los días 3, 4 y 5, **cubiertos** y **sequedad ambiental**, temperaturas horarias entre 9.5 °C y 15.7 °C, humedades horarias entre 49 % y 77 %, y vientos débiles o moderados. Los días 22 y 23, **“ola de calor”**, temperaturas horarias entre 11.2 °C y 17.6 °C, humedades horarias entre 28 % y 100 %, vientos muy débiles y nubosos. La temperatura y humedad media horaria son 11.8 °C y 76 % y la radiación directa media diaria es 6.8 MJ/m². día.

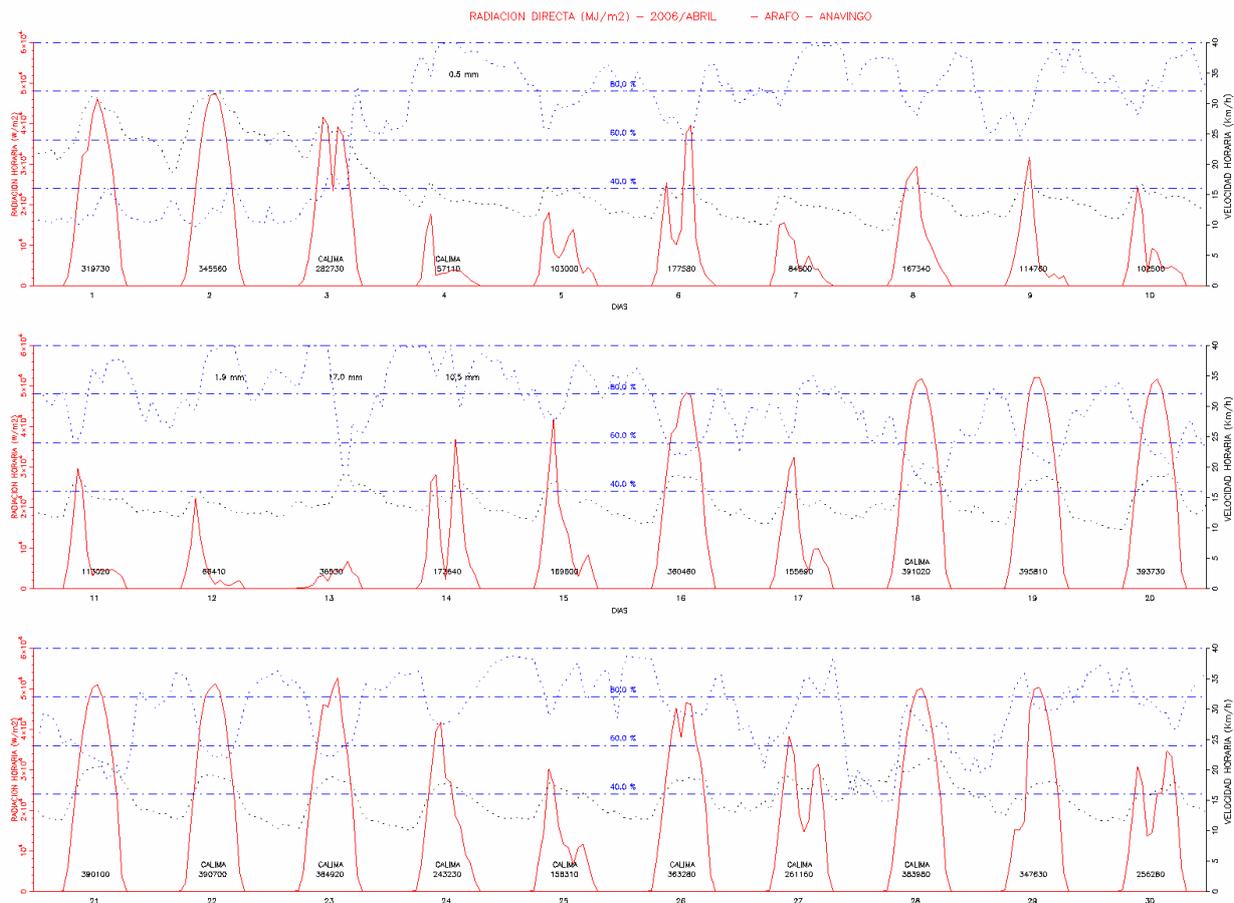


Figura 21: Radiaciones directas horarias y sus relaciones con otras variables en ABRIL

Las radiaciones directas diarias oscilan entre 36530 W/m² y 395810 W/m². Los días soleados (13) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre 9.7 °C y 31.8 °C, humedades horarias comprendidas entre 37 % y 91 %, vientos variables; los días cubiertos (8) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre 10.1 °C y 19 °C, humedades horarias entre 50 % y 100 %. La línea termométrica tiene descensos moderados (días cubiertos) y bruscos (días soleados) en los periodos vespertinos, los valores mínimos se registran momentos próximos al amanecer y ascensos en las primeras horas de la mañana, y sus valores máximos se registran en horas próximas al mediodía. La línea higrométrica tiene variaciones opuestas a la termométrica, excepto en algunos días lloviznosos o muy secos, ascensos a partir de las primeras horas de la tarde y descensos en la madrugada, y sus valores extremos se registran en la madrugada y en horas próximas al mediodía. Son notables los días 12 y 13, **cubiertos y lluviosos**, precipitaciones 1.9 mm y 17 mm, temperaturas horarias entre 11.8 °C y 19 °C, humedades horarias entre 50 % y 100 %, y vientos débiles; los días 7, 9, 10, 11, 17, 24, 26 y 30, **nieblas vespertinas o nocturnas, y precipitaciones de rocío copiosas**, temperaturas horarias entre 10 °C y 18.8 °C, humedades horarias entre 56 % y 99 %, y vientos muy débiles; los días 7 y 8, “**días fríos**”, nubosos, tienen temperaturas horarias entre 9.1 °C y 17 °C, humedades horarias entre 70 % y 99 %, vientos muy débiles y sin precipitaciones; los días 1, 2 y 3, “**ola de calor**”, soleados, tienen temperaturas horarias entre 17 °C y 31.8 °C, humedades horarias entre 24 % y 82 %, y vientos muy débiles. La temperatura y humedad media horaria son 15.4 °C y 73 % y la radiación directa media diaria es 14.4 MJ/m².día.

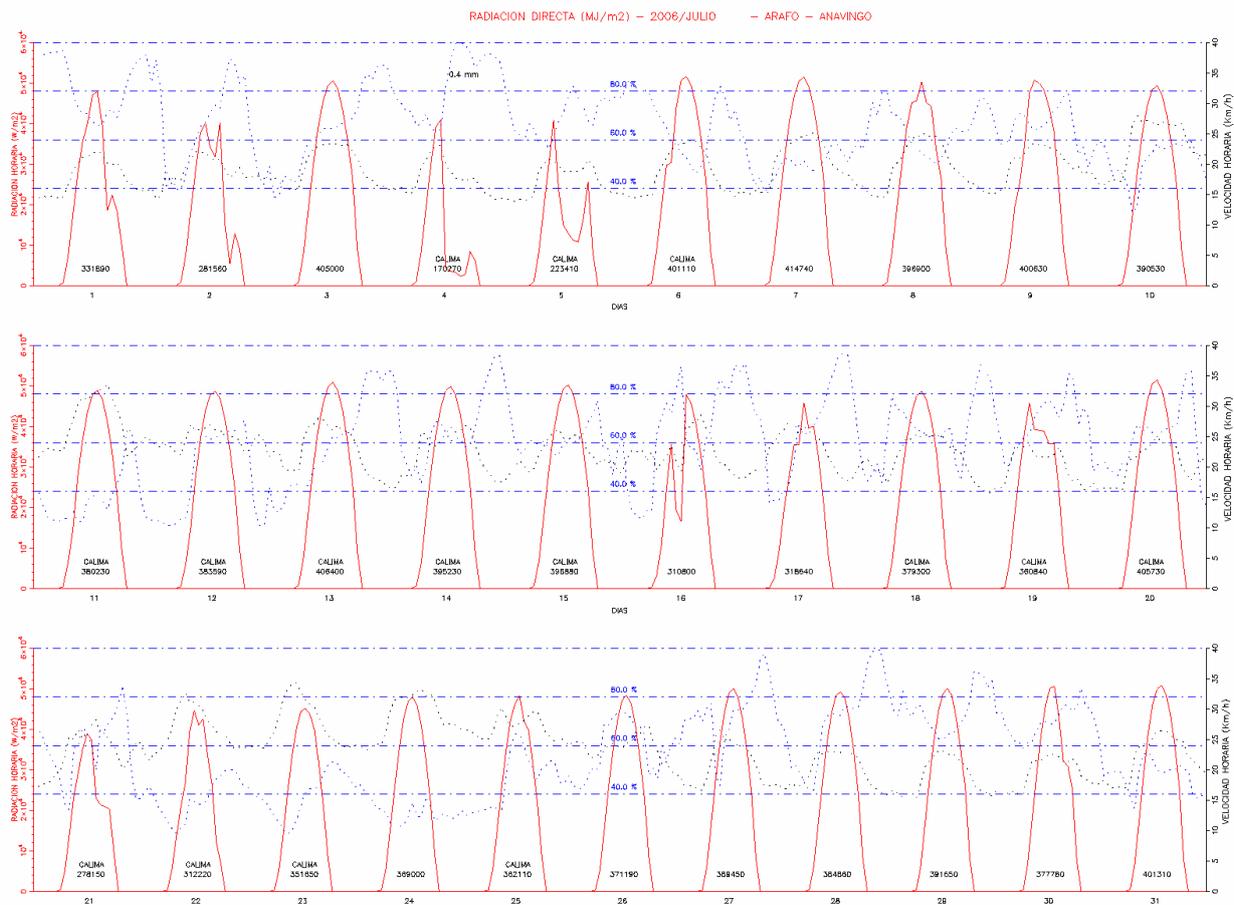


Figura 22: Radiaciones directas horarias y sus relaciones con otras variables en JULIO

Las radiaciones directas diarias oscilan entre 170270 W/m² y 414740 W/m². Los días soleados (29) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre 14.4 °C y 34.3 °C, y humedades horarias entre 26 % y 96 %. Los días nubosos (2) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre 13.9 °C y 23.1 °C, y humedades horarias entre 56 % y 1005 %. La línea termométrica tiene descensos bruscos a partir de mediatarde, los valores mínimos se registran momentos próximos al amanecer y ascensos bruscos en las primeras horas de la mañana, y sus valores máximos se registran en horas próximas al mediodía. La línea higrométrica tiene variaciones opuestas a la termométrica, ascensos en las primeras horas de la mañana y descensos en la madrugada, y sus valores extremos se registran en las horas próximas a medianoche y al amanecer. Son notables, los días 22, 23, 24 y 25, “**ola de calor**”, calima, tienen temperaturas horarias entre 21.5 °C y 34.3 °C, humedades horarias entre 23 % y 65 %, y vientos muy débiles; los días **nubosos** 4 y 5, lloviznas, temperaturas horarias entre 13.9 °C y 23.1 °C, humedades horarias entre 56 % y 100 %, vientos muy débiles y presencias de nieblas durante la tarde y madrugada; los días 1, 2, 14, 15, 18, 19, 28 y 29, **nieblas nocturnas**, soleados, tienen temperaturas horarias entre 14.3 °C y 26.8 °C, humedades horarias entre 39 % y 99 %, vientos muy débiles y **precipitaciones de rocío** copiosas al amanecer. La temperatura y humedad media horaria son 21.7 °C, 60 % y la radiación directa media diaria es 21.6 MJ/m².día.

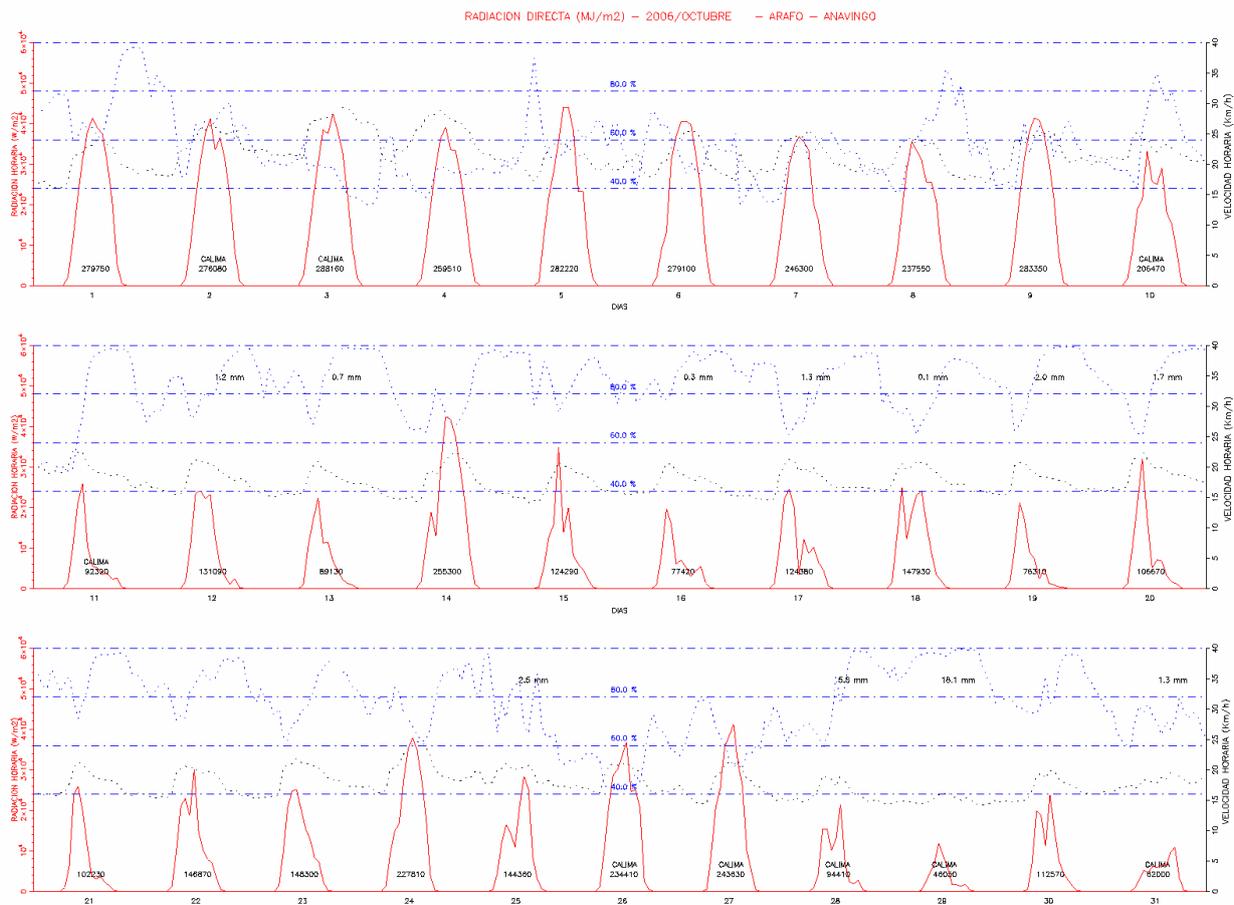


Figura 23: Radiaciones directas horarias y sus relaciones con otras variables en OCTUBRE

Las radiaciones directas diarias oscilan entre 46050 W/m^2 y 288160 W/m^2 . Los días soleados (14) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre $14.3 \text{ }^\circ\text{C}$ y $29.3 \text{ }^\circ\text{C}$, y humedades horarias entre 33% y 98% . Los días cubiertos (7) tienen las temperaturas horarias comprendidas entre $14.1 \text{ }^\circ\text{C}$ y $22.6 \text{ }^\circ\text{C}$, humedades horarias entre 59% y 100% . La línea termométrica tiene descensos suaves (días nubosos) y bruscos (días soleados) a partir de las primeras horas de la tarde, los valores mínimos se registran momentos próximos al amanecer y ascensos bruscos durante la mañana, y sus valores máximos se registran en horas próximas al mediodía. La línea higrométrica tiene variaciones opuestas a la termométrica, ascensos a partir en las primeras horas de la tarde y descensos en la madrugada, y sus valores extremos se registran en horas próximas al anochecer y al mediodía. Son notables los días 2, 11, 15, 22, 23 y 30, **nubes** y **claros**, temperaturas horarias entre $14.5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $26.4 \text{ }^\circ\text{C}$, humedades horarias entre 45% y 99% , vientos muy débiles, **nieblas vespertinas**; y **precipitaciones de rocío** copiosas durante la madrugada; los días 28 y 29, **cubiertos**, **chubascos** y **calima**, temperaturas horarias entre $14.1 \text{ }^\circ\text{C}$ y $19.3 \text{ }^\circ\text{C}$, humedades horarias entre 58% y 100% , y vientos muy débiles; los días 2, 3 y 4, **soleados**, “**ola de calor**”, calima, temperaturas horarias comprendidas entre $17.8 \text{ }^\circ\text{C}$ y $29.3 \text{ }^\circ\text{C}$, humedades horarias entre 33% y 87% , y vientos muy débiles; los días 6, 7, 26 y 27, **sequedad ambiental**, **nubes** y **claros**, temperaturas horarias entre $14.4 \text{ }^\circ\text{C}$ y $25.6 \text{ }^\circ\text{C}$, humedades horarias entre 33% y 80% , vientos débiles y ausencias de calima. La temperatura y humedad media horaria son $19 \text{ }^\circ\text{C}$, 74% y la radiación directa media diaria es 10.5 MJ/m^2 . día.

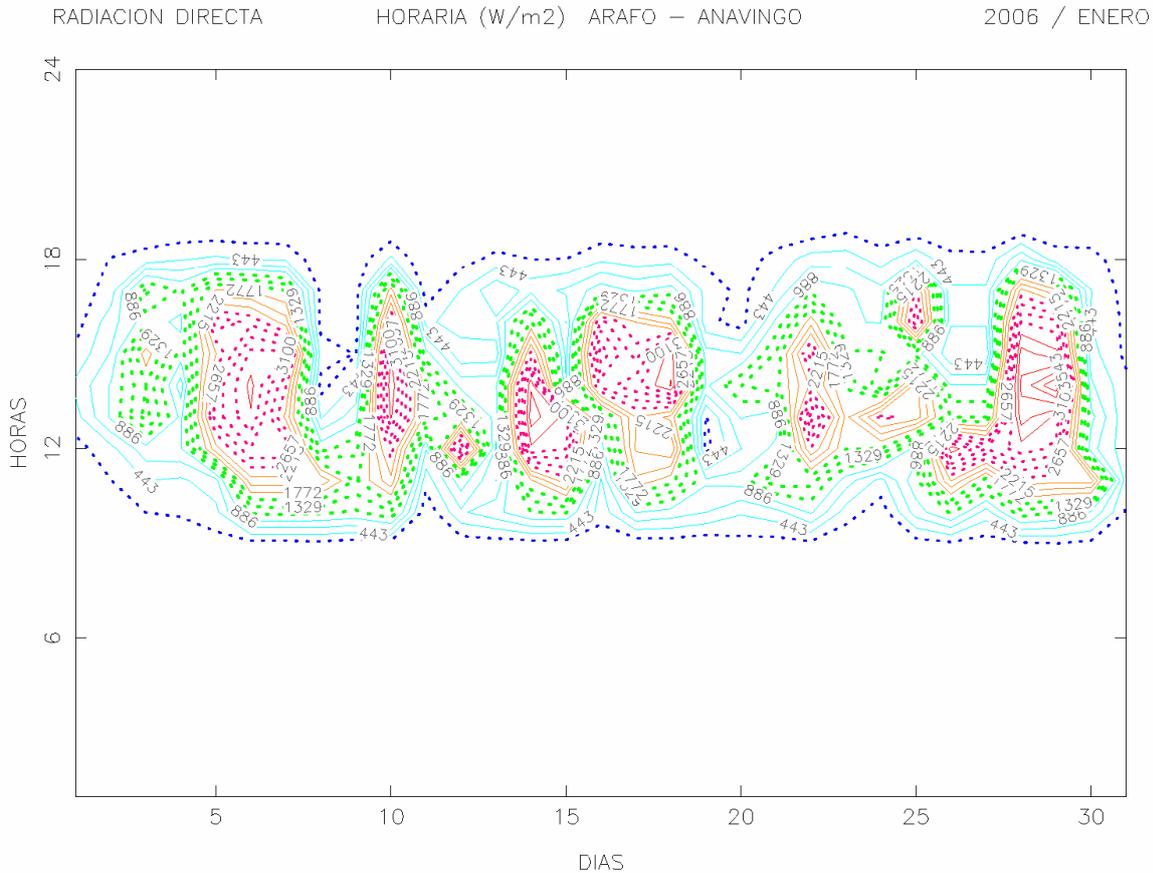


Figura 24: Radiaciones directas horarias en ENERO

Las radiaciones directas horarias representan el periodo invernal. Las radiaciones oscilan entre 443 W/m² y 4429 W/m². La radiación directa mensual acumulada es 3516120 W/m². Los porcentajes de radiaciones directas horarias comprendidas en intervalos de radiación son: Rad = 0 W/m² es 48.1 %; 0 W/m² < Rad <= 1000 W/m² es 35.2 %; 1000 W/m² < Rad <= 2000 W/m² es 7.4 %; 2000 W/m² < Rad <= 4429 W/m² es 9.3 %; destaca la cantidad de radiaciones horarias bajas frente a la cantidad de radiaciones horarias altas. Los días cubiertos son 11, la radiación directa media diaria es 179673 W/m².día. Los días nublados son 11, la radiación directa media diaria es 393273 W/m².día. Los días soleados son 9, la radiación directa media diaria es 706267 W/m².día. La radiación acumulada en un día soleado es superior 3.9 veces a la radiación acumulada en un día cubierto y superior a 1.8 veces de la radiación acumulada en un día nublado. Son notables los días cubiertos 1, 31, 2 y 19: 1.1 MJ/m², 1.2 MJ/m², 2.7 MJ/m² y 2.7 MJ/m², días templados y muy húmedos: 11.9 °C 92 % 1.4 mm calima, 10.1 °C 89 %, 12.3 °C 82 % 0.2 mm y 11.4 °C 88 %; los días soleados 28, 29, 10 y 6: 14.7 MJ/m², 14.7 MJ/m², 12.9 MJ/m² y 12.7 MJ/m², días templados y semihúmedos o húmedos: 13.1 °C 63 % 9.9 mm calima, 10.5 °C 78 % calima, 12.9 °C 69 % 0.6 mm y 12.7 °C 67 %.

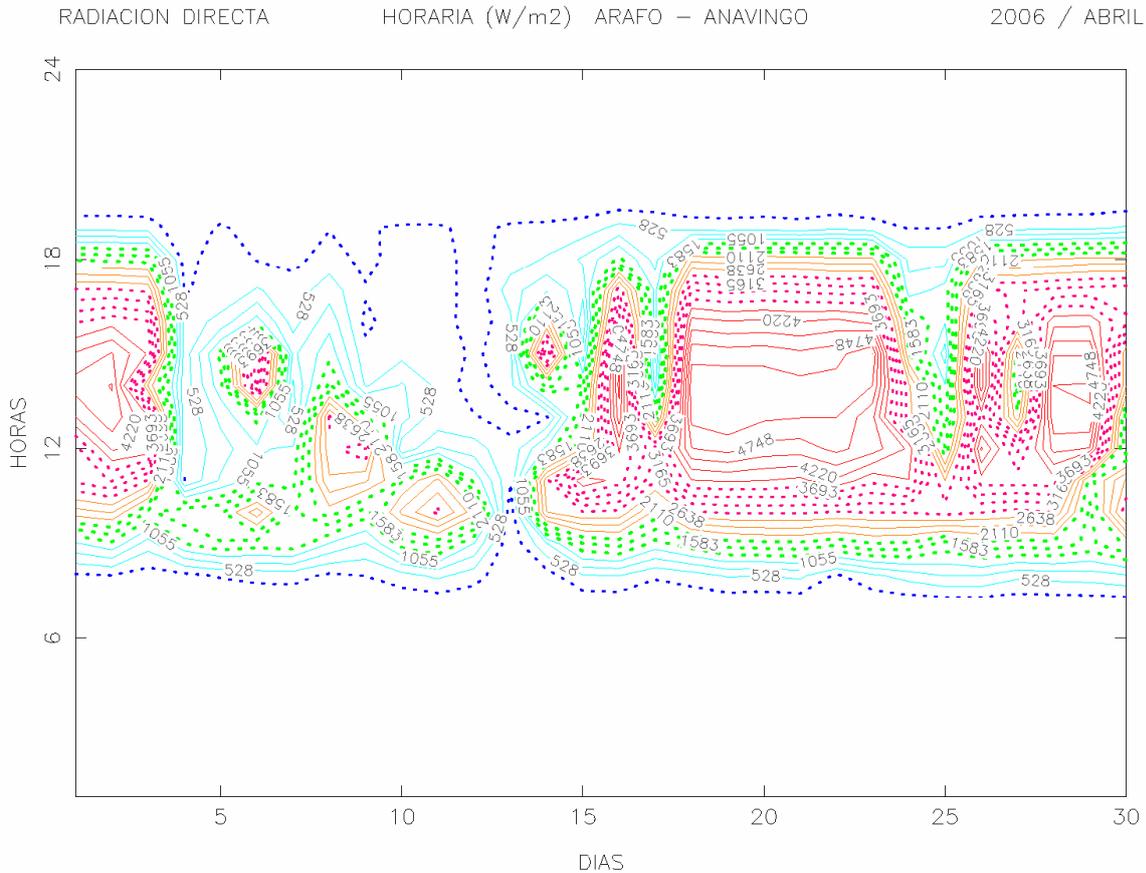


Figura 25: Radiaciones directas horarias en ABRIL

Las radiaciones directas horarias representan el periodo primaveral. Las radiaciones oscilan entre 528 W/m² y 5275 W/m². La radiación directa mensual acumulada es 7188310 W/m². Los porcentajes de radiaciones directas horarias comprendidas en intervalos de radiación son: Rad = 0 W/m² es 43.2 %; 0 W/m² < Rad <= 1500 W/m² es 30.6 %; 1500 W/m² < Rad <= 3000 W/m² es 12.2 %; 3000 W/m² < Rad <= 5275 W/m² es 14 %. Los días cubiertos son 8, la radiación directa media diaria es 305025 W/m².día. Los días nublados son 9, la radiación directa media diaria es 704333 W/m².día. Los días soleados son 13, la radiación directa media diaria es 1315293 W/m².día. La radiación acumulada en un día soleado es superior 4.3 veces a la radiación acumulada en un día cubierto y superior a 1.8 veces a la radiación acumulada en un día nublado. Son notables los días cubiertos 13, 4, 12 y 7: 2.2 MJ/m², 3.4 MJ/m², 4 MJ/m² y 5.1 MJ/m², días templados y húmedos o muy húmedos: 14.9 °C 81 % 17 mm, 14.1 °C 88 % 0.5 mm calma, 13.1 °C 83 % 1.9 mm y 12.3 °C 88 %; los días soleados 19, 20, 18, 21, 22 y 28: 23.8 MJ/m², 23.6 MJ/m², 23.5 MJ/m², 23.4 MJ/m², 23.4 MJ/m² y 23 MJ/m², días templados o cálido y semihúmedos: 14.2 °C 66 %, 14.1 °C 67 %, 14.9 °C 59 %, 16.2 °C 61 %, 14.9 °C 73 % calma y 19.1 °C 56 %.

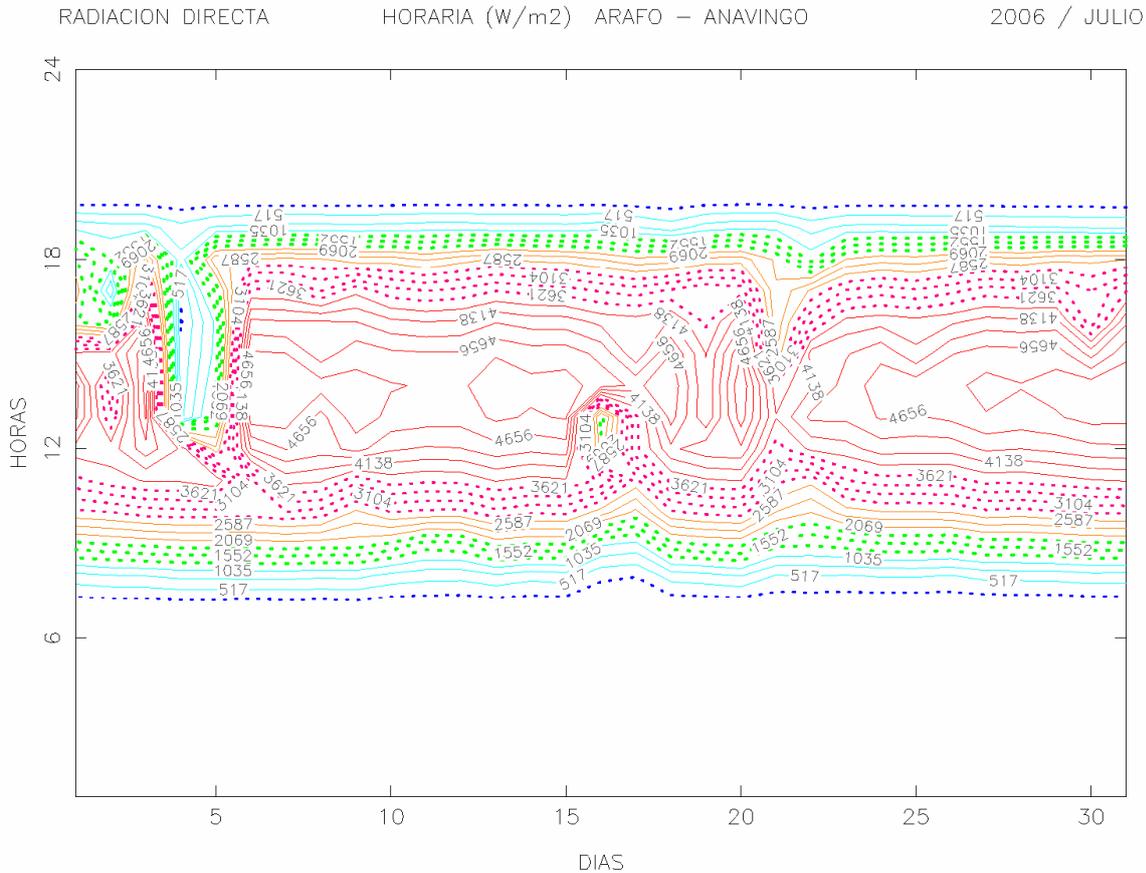


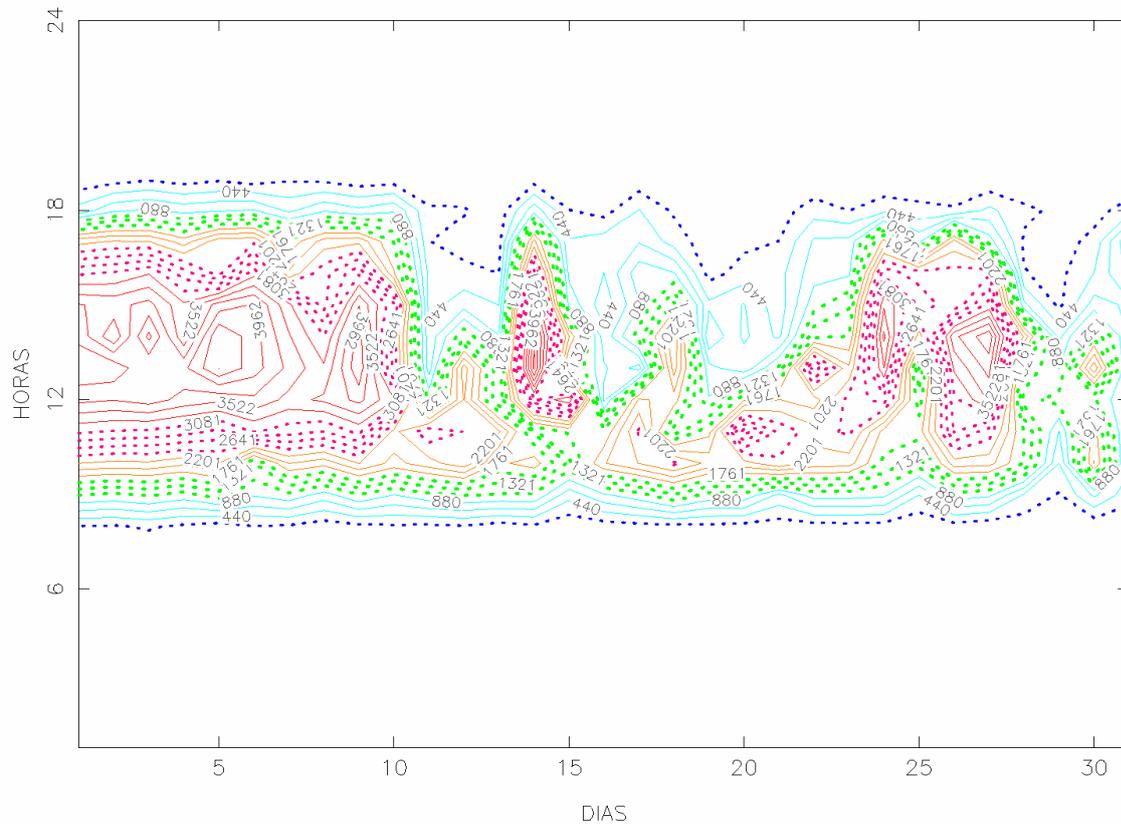
Figura 26: Radiaciones directas horarias en JULIO

Las radiaciones directas horarias representan el periodo estival. Las radiaciones oscilan entre 517 W/m² y 5173 W/m². La radiación directa mensual acumulada es 11143050 W/m². Los porcentajes de radiaciones directas horarias comprendidas en intervalos de radiación son: Rad = 0 W/m² es 43.3 %; 0 W/m² < Rad <= 1500 W/m² es 17.7 %; 1500 W/m² < Rad <= 3000 W/m² es 12.4 %; 3000 W/m² < Rad <= 5173 W/m² es 26.6 %; destaca la cantidad de radiaciones horarias bajas frente a la cantidad de radiaciones horarias altas. Los días nublados son 2, la radiación directa diaria es 708600 W/m².día. Los días soleados son 29, la radiación directa media diaria es 1334379 W/m².día. La radiación acumulada en un día soleado es superior 1.8 veces a la radiación acumulada en un día nublado. Es notable el día nublado 4: 10.2 MJ/m², día cálido y húmedo: 17.5 °C 83 % calima; los días soleados 7, 13, 3 y 6: 24.9 MJ/m², 24.4 MJ/m², 24.3 MJ/m² y 24.1 MJ/m², días cálidos o calientes y semihúmedos: 20 °C 51 %, 23 °C 56 % calima, 19.6 °C, 63 % y 18.6 °C 68 % calima.

RADIACION DIRECTA

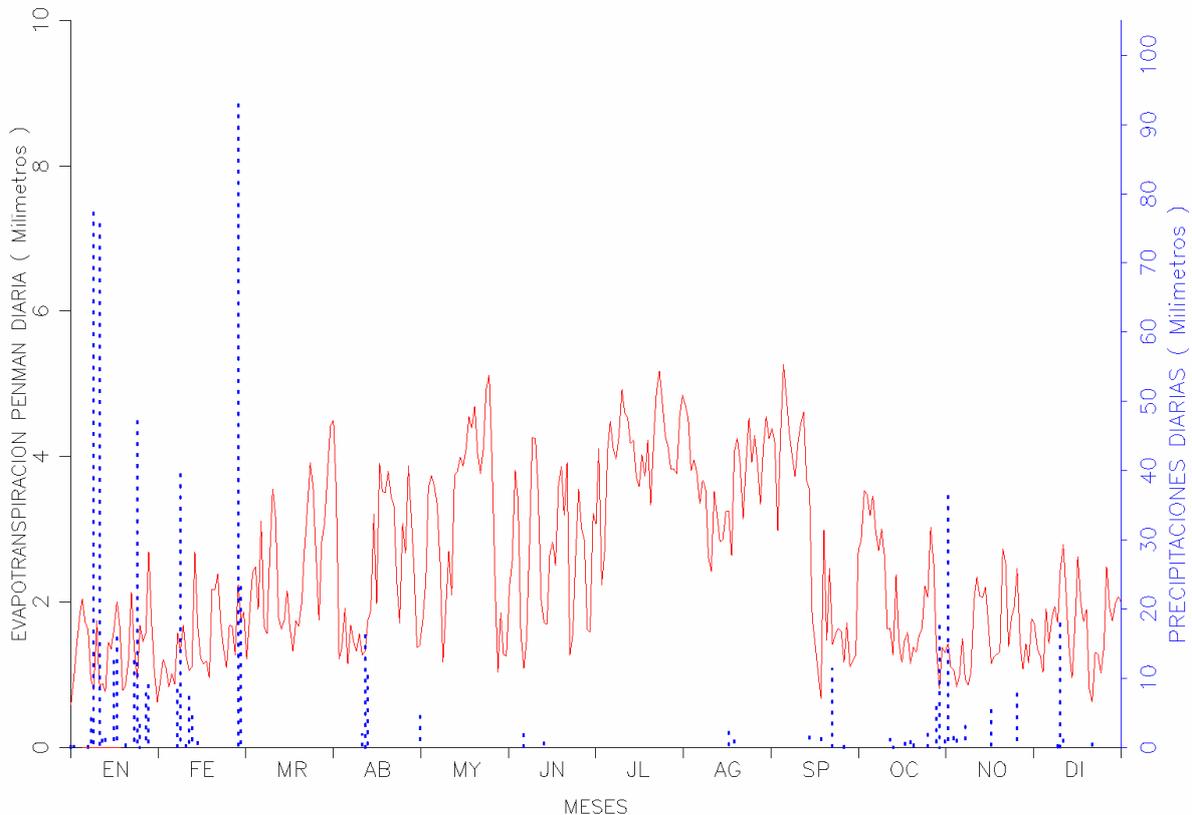
HORARIA (W/m²) ARAFO – ANAVINGO

2006 / OCTUBRE


Figura 27: Radiaciones directas horarias en OCTUBRE

Las radiaciones directas horarias representan el periodo otoñal. Las radiaciones oscilan entre 440 W/m² y 4402 W/m². La radiación directa mensual acumulada es 5426040 W/m². Los porcentajes de radiaciones directas horarias comprendidas en intervalos de radiación son: Rad = 0 W/m² es 48.1 %; 0 W/m² < Rad <= 1000 W/m² es 25.4 %; 1000 W/m² < Rad <= 2000 W/m² es 9.1 %; 2000 W/m² < Rad <= 4310 W/m² es 17.3 %. Las cantidades de radiaciones horarias bajas son similares a la cantidad de radiaciones horarias altas. Los días cubiertos son 7, la radiación directa media diaria es 276514 W/m².día. Los días nublados son 10, la radiación directa media diaria es 463920 W/m².día. Los días soleados son 14, la radiación directa media diaria es 925586 W/m².día. La radiación acumulada en un día soleado es superior 2 veces a la radiación acumulada en un día cubierto y superior a 1.7 veces a la radiación acumulada en un día nublado. Son notables los días cubiertos 29, 31, 19 y 16: 2.8 MJ/m², 3.7 MJ/m², 4.6 MJ/m² y 4.7 MJ/m², días cálidos y húmedos o muy húmedos: 14.9 °C 95 % 18.1 mm calima, 17.8 °C 70 % 1.3 mm calima, 17.4 °C 87 % 2 mm y 17.2 °C 89 % 0.3 mm; los días soleados 3, 9, 5, 1 y 6: 17.3 MJ/m², 17 MJ/m², 16.9 MJ/m², 16.8 MJ/m² y 16.8 MJ/m², días cálidos o calientes y semisecos a húmedos: 25.3 °C 46 % calima, 21.5 °C 55 %, 20.5 °C 61 %, 19.7 °C 77 % y 20.9 °C 56 %.

ARAFO – ANAVINGO – 2006 – (Obs. DIARIAS)


Figura 28. Evapotranspiraciones Penman y precipitaciones diarias

La variación mensual es debida a la presencia de nubosidad, intensidad de la velocidad del viento, temperatura y humedad del aire. Enero (42.1 mm), febrero (40.5 mm) y noviembre (46.8 mm) tienen las ETP más bajas. Julio (124.9 mm) y agosto (115.1 mm) tienen las ETP más altas. Son notables las ETP altas de marzo (3.9 mm, 20.7 °C, 41 %, 4.9 km/h, 20.8 MJ/m²); abril (4.5 mm, 26.2 °C, 30 %, 4.6 km/h, 20.7 MJ/m²; 4.4 mm, 25.3 °C, 29 %, 4.4 km/h, 19.2 MJ/m²); junio (4.3 mm, 18.3 °C, 60 %, 5.3 km/h, 24.6 MJ/m²; 4.2 mm, 18.4 °C, 61 %, 5.3 km/h, 25.3 MJ/m², calima); julio (5.2 mm, 28.5 °C, 33 %, 4.7 km/h, 22.1 MJ/m², 4.9 mm, 27.5 °C, 40 %, 3.9 km/h, 21.1 MJ/m²; 4.9 mm, 26.6 °C, 38 %, 3.8 km/h, 22.8 MJ/m², calima); agosto (4.8 mm, 24.4 °C, 42 %, 5 km/h, 23.4 MJ/m²; 4.7 mm, 24.6 °C, 47 %, 4.9 km/h, 22.2 MJ/m²); septiembre (5.3 mm, 31.2 °C, 28 %, 5.9 km/h, 18.1 MJ/m², calima); 4.6 mm, 25 °C, 52 %, 9.3 km/h, 20.2 MJ/m²; 4.5 mm, 26.5 °C, 39 %, 5 km/h, 19.5 MJ/m²); lo contrario enero (0.6 mm, 11.9 °C, 92 %, 4.1 km/h, 1.1 MJ/m², 1.4 mm. calima; 0.6 mm, 10.1 °C, 89 %, 1.9 km/h, 1.2 MJ/m²); febrero (0.8 mm, 11 °C, 87 %, 2.3 km/h, 3.5 MJ/m²); mayo (1 mm, 15.5 °C, 94 %, 0 km/h, 3.8 MJ/m², calima); junio (1.1 mm, 16.2 °C, 96 %, 1.4 km/h, 4.4 MJ/m², 2.8 mm, calima); septiembre (0.7 mm, 17.2 °C, 94 %, 2 km/h, 1.2 MJ/m², 2.6 mm), octubre (0.8 mm, 14.9 °C, 95 %, 2.4 km/h, 2.8 MJ/m², 18.1 mm, calima), noviembre (0.8 mm, 18.1 °C, 93 %, 1.6 km/h, 3 MJ/m², 1.1 mm) y diciembre (0.6 mm, 12 °C, 90 %, 3 km/h, 0.9 MJ/m², 1.5 mm; 0.8 mm, 13.2 °C, 91 %, 2.6 km/h, 3 MJ/m²). Las ETP diarias inferiores o iguales a 2.5 mm son 209, 57.3 %; las ETP diarias superiores a 2.5 mm e inferiores o iguales a 5 mm son 153, 41.9 %; las ETP diarias superiores a 5 mm son 3, 0.8 %. La ETP acumulada es 893.9 mm / año.

ARAFO – ANAVINGO – 2006 – (Obs. DIARIAS)

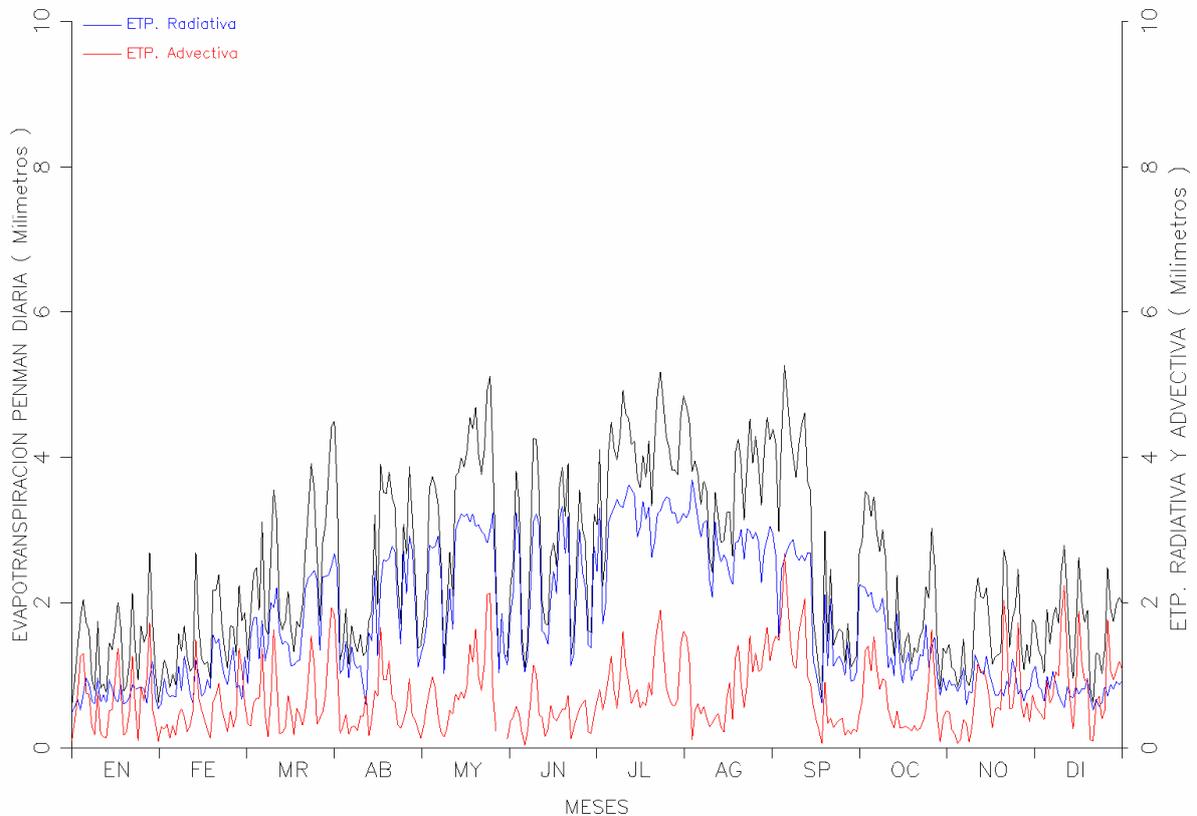


Figura 29: Evapotranspiraciones Penman diarias. ETP radiativas y advectionas

La evapotranspiración diaria es variable. La oscilación diaria de ETP depende de la temperatura y humedad del aire, velocidad del viento e insolación solar. El lugar de las observaciones se caracteriza por la temperatura templada o cálida, humedad alta, nubes y claros, y vientos muy débiles a lo largo del año. Las ETP radiativas son casi siempre superiores a las ETP advectionas entre enero a noviembre; entre mayo a agosto las ETP radiativas son superiores a las ETP advectionas. La ETP radiativa media es 1.7 mm/día y ETP advectiona media es 0.7 mm/día. La ETP media anual es 2.4 mm/día.

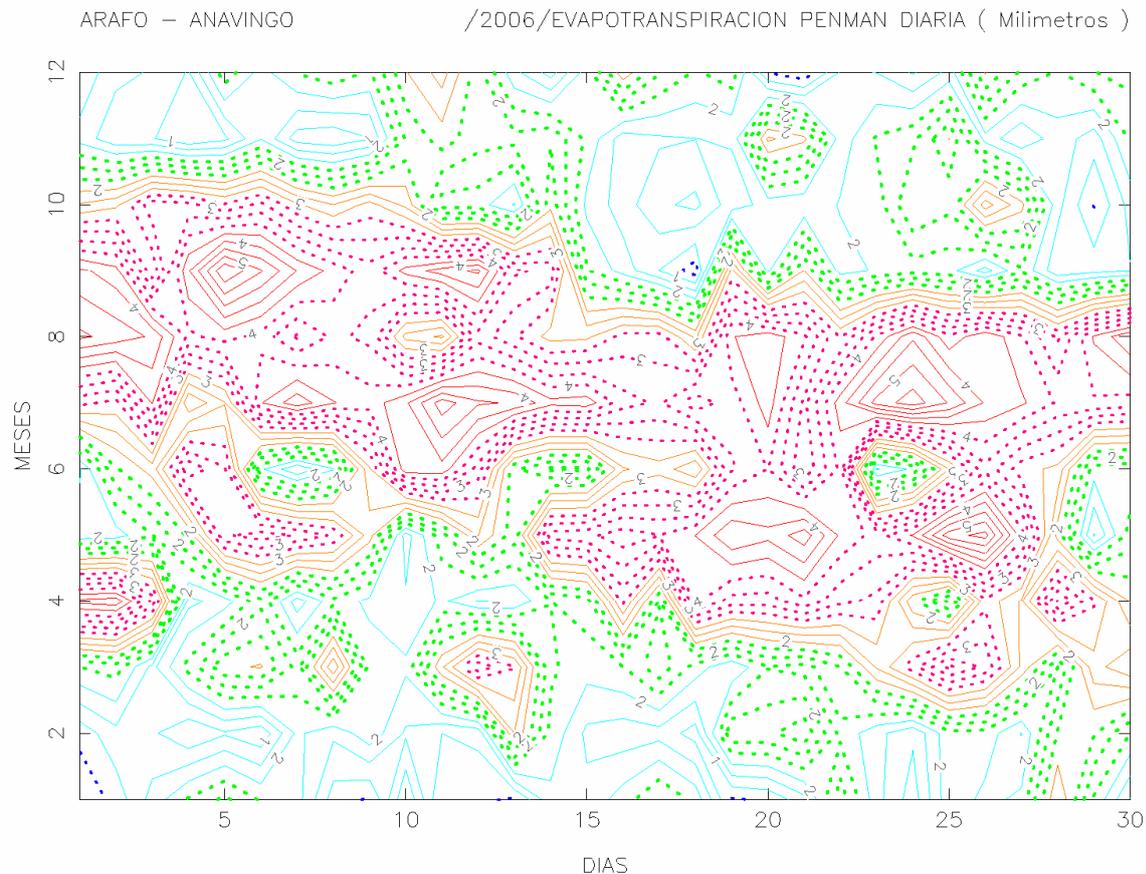
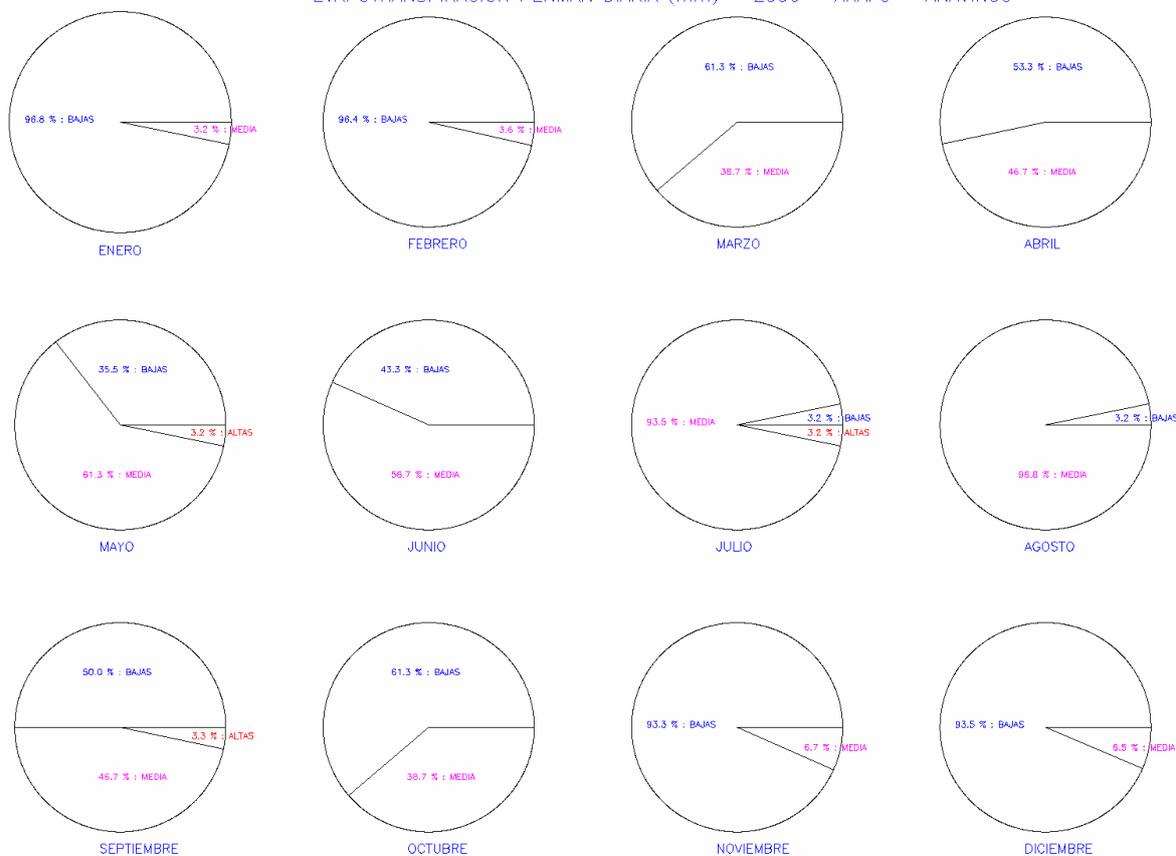


Figura 30: Contorno anual de evapotranspiraciones Penman diarias

Las isólinas de evapotranspiración indican la inexistencia de simetría en la distribución de las ETP diarias a lo largo del año. Las isólinas cerradas y sinuosas nos indican las alternancias de días con ETP bajas con ETP medias. Las ETP diarias bajas, inferiores a 2 mm se presentan frecuentemente en cualquier época del año, excepto en verano; lo contrario, las ETP diarias medias, superiores a 4 mm se presentan entre abril a septiembre, en mayo, julio, agosto y septiembre son frecuentes; las ETP diarias altas, superiores a 5 mm se presentan en mayo y julio, y son poco importantes.

EVAPOTRANSPIRACION PENMAN DIARIA (mm) – 2006 – ARAFO – ANAVINGO


Figura 31: Diagramas sectoriales mensuales de las evapotranspiraciones medias diarias

Un diagrama sectorial es la presentación de las frecuencias relativas sobre un círculo. La frecuencia es proporcional al ángulo del sector circular. Elegimos 4 intervalos de evapotranspiraciones diarias: $ETP \leq 2.5$ mm (baja), $2.5 \text{ mm} < ETP \leq 5.0$ mm (media), $5.0 \text{ mm} < ETP \leq 7.5$ mm (alta) y $ETP > 7.5$ mm (muy alta). Las ETP bajas se registran todos los meses; entre enero a marzo y octubre a diciembre son muy importantes; en abril y septiembre son importantes, y en julio y agosto son poco importantes. Las ETP medias se registran todos los meses; entre mayo a agosto son muy importantes; en abril y septiembre son importantes, y en enero, febrero, noviembre y diciembre son poco importantes. Las ETP altas se registran en mayo, julio y septiembre, y son poco importantes.

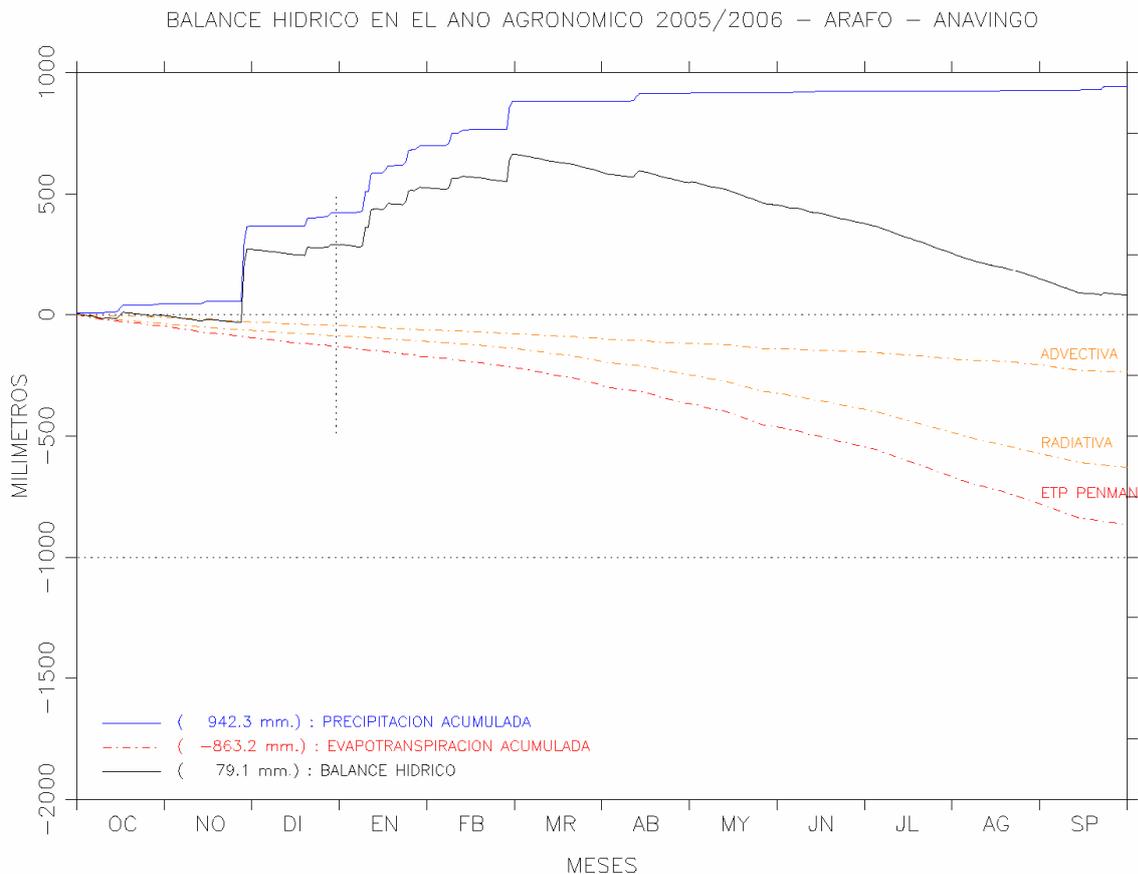


Figura 32: Balance hídrico en el año agronómico 2005/2006

El balance hídrico diario es notablemente positivo durante el año agronómico. Las lluvias moderadas de marzo, abril y septiembre, y las lluvias torrenciales de noviembre, enero y febrero, presentan cambios favorables al acumular agua en el subsuelo: el periodo final de noviembre a final de septiembre tiene un balance hídrico positivo. En octubre y noviembre, el subsuelo experimenta ligeras pérdidas de agua. La precipitación acumulada en el periodo agronómico es 942.3 mm. La ETP acumulada es 863.2 mm; por lo tanto, el superávit hídrico es 79.1 mm.