

RESUMEN METEOROLÓGICO AÑO 2005* ESTACIÓN "JORGE C. SCHYTHE" (53°08'S; 70°53'W; 6 M S.N.M.)

METEOROLOGICAL SUMMARY 2005, "JORGE C. SCHYTHE" STATION*

Ariel Santana**

ANTECEDENTES

La información presentada aquí corresponde a datos recolectados en la estación climática Jorge C. Schythe, ubicada en el campus del Instituto de la Patagonia de la Universidad de Magallanes. Esta estación cuenta con instrumental meteorológico tradicional, que opera en convenios con la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la Dirección General de Aguas (DGA). Además se dispone de una estación automática, en convenio con la Patagonia Research Foundation (PRF).

La temperatura se midió dentro de un cobertizo meteorológico con termómetros de mercurio normales, un termómetro de mercurio de máxima y un termómetro de alcohol etílico con testigo, para la temperatura mínima. Para esta variable, también se contó con un higrómetro que registró la temperatura y la humedad relativa en forma simultánea y continua, de manera que quedó un registro de las variaciones de estas variables en el tiempo. Se dispuso también de un termómetro de mercurio de bulbo húmedo para el registro de la temperatura del aire saturado. Con esta variable se obtiene y se le da precisión a la medida de la humedad relativa.

La precipitación se midió con un pluviómetro tipo Hellman y además se registró en un pluviógrafo

tipo Hellman. Las mediciones se hicieron diariamente a la 8:00 horas local de invierno (12 UTC). Las horas de sol se registran mediante un heliógrafo.

La radiación global (directa más difusa) se midió con un actinógrafo de placa bimetálica, cuyo rango de registro, dentro del espectro electromagnético solar, está comprendido entre los 0,35 μm y los 3,0 μm aproximadamente. Esta medición corresponde a la radiación global recibida en una superficie horizontal. Por su parte, para la radiación PAR (Photosynthetically Active Radiation), que es la radiación del sol que se encuentra contenida en el rango visible del espectro electromagnético solar, es decir entre los 0,4 μm y 0,7 μm de longitud de onda, se utilizó un sensor LI-COR, componente de la estación automática. Esta parte de la radiación solar es la utilizada por las plantas en el proceso de fotosíntesis e involucra tanto términos de fotones (cantidad de luz) como términos de energía, por lo que se puede expresar en unidades de energía (W m^{-2}) o en unidades de flujo de fotones fotosintéticos, es decir, en cuantos por unidad de tiempo y por unidad de área ($\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ o en $\text{E s}^{-1}\text{m}^{-2}$). La unidad más utilizada en las ciencias relativas a las plantas es el einstein (E). Sin embargo ahora se recomienda el uso del mol, desde que esta es una unidad aceptada en el sistema internacional (Page & Vigoureaux 1977).

* Corresponde a Proyecto F3-01G-97 "Programa de Información y Documentación Climática".

** Área de Geociencias, Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile.

La cantidad de fotones en un mol es igual a la cantidad de fotones en un einstein. Un mol de fotones generalmente se utiliza para designar el número de Avogadro de fotones ($6,022 \times 10^{23}$ fotones).

Por su parte el viento se midió con un anemógrafo Belfor, ubicado a 10 m s.n.s., el cual registra en forma continua la velocidad y la dirección del viento. El registro muestra detalles de las variaciones de este vector en su velocidad y dirección en forma simultánea, pudiendo apreciarse con una exactitud aceptable la hora de los eventos instantáneos importantes, como las rachas máximas diarias, duración de temporales de viento, etc. De aquí se extrae el valor medio horario y la velocidad predominante en esa hora, conformando así una serie anual de tiempo de unos 8.760 datos de velocidad e igual número de datos de dirección. En el análisis de este parámetro se definen tres rangos de velocidades: bajas (< 4 m/s); medias (4 – 8 m/s) y altas (> 8 m/s).

Las mediciones las efectuó un observador, en forma diaria durante todo el año, a las horas correspondientes a la observación. Toda la información se analizó en PCs mediante programas estadísticos como el STATISTICA, de base de datos FOX y planillas electrónicas habituales.

A. TEMPERATURAS.

El promedio para el 2005 fue de $6,9^\circ\text{C}$, valor inferior en $0,3^\circ\text{C}$ al promedio alcanzado en el 2004 (Butorovic 2005) y superior en $0,4^\circ\text{C}$ al promedio normal para Punta Arenas (Zamora &

Santana 1979; Endlicher & Santana 1988). El mes más cálido fue febrero, con una temperatura media de $12,6^\circ\text{C}$, valor superior en 2°C al valor medio normal de este mes. Por su parte, el mes más frío fue junio con un promedio de $1,3^\circ\text{C}$, aunque este valor es más alto que el promedio normal en $0,3^\circ\text{C}$. Los meses que presentaron una temperatura media inferior a su promedio normal correspondiente, fueron enero, marzo, mayo y junio, siendo el más importante este último, cuyo valor medio fue inferior en $0,9^\circ\text{C}$. El resto de los meses presentaron valores medios superiores a su promedio normal. En este sentido, aparte de febrero, la segunda alza más importante la mostró septiembre con una temperatura media superior en $1,4^\circ\text{C}$ a su valor normal. El resto de alzas no superó 1°C .

Las medias anuales de las máximas y las mínimas diarias fueron $10,8^\circ\text{C}$ y $3,0^\circ\text{C}$, en tanto que los promedios de las 8:00, 14:00 y 19:00 horas fueron de $6,2^\circ\text{C}$, $9,1^\circ\text{C}$ y $7,4^\circ\text{C}$ respectivamente.

La temperatura máxima absoluta alcanzó a los $25,2^\circ\text{C}$ y se registró el día 12 de febrero a las 16:00 horas, mientras que la mínima absoluta llegó a los $-7,5^\circ\text{C}$, registrándose el 14 de junio a las 08:15 horas.

La última temperatura bajo cero grados del año 2004 ocurrió el 28 de septiembre, llegando a los $-0,2^\circ\text{C}$ y la primera del 2005 se presentó el 17 de abril alcanzando los $-1,4^\circ\text{C}$, determinando así un período hortícola regional libre de heladas de más de seis meses. Por su parte, la última temperatura

TABLA 1. Temperaturas ($^\circ\text{C}$)

	Temp. Media	Max. Abs.	Min. Abs.	Med. Max.	Med. Min.	T 08:00	T 14:00	T 19:00	T prom. 1888-2005
Enero	10,7	21,4	-0,8	15,3	6,3	10,0	13,3	11,4	11,0
Febrero	12,6	25,2	1,2	17,0	7,3	12,2	15,7	13,4	10,6
Marzo	8,7	22,8	1,8	13,2	4,6	8,1	11,7	8,9	8,9
Abril	7,0	13,8	-3,2	10,9	3,6	6,5	8,8	7,1	6,5
Mayo	3,4	10,4	-4,1	7,0	0,6	3,2	5,4	3,5	4,0
Junio	1,3	7,4	-7,5	4,3	-1,2	0,7	3,0	1,4	2,2
Julio	2,5	12,4	-7,0	5,8	-0,5	1,8	4,6	2,9	1,8
Agosto	3,0	10,0	-3,2	6,2	0,2	2,5	5,0	3,2	2,8
Septiembre	6,0	15,4	-2,8	10,3	2,3	4,9	8,3	6,7	4,6
Octubre	7,3	15,6	-1,9	11,6	2,4	6,8	9,9	8,4	6,9
Noviembre	9,2	17,8	-0,4	13,3	4,2	8,9	11,1	10,4	8,7
Diciembre	10,6	21,0	0,4	14,8	6,4	9,3	12,4	11,9	10,2
Promedio	6,9	16,1	-2,3	10,8	3,0	6,2	9,1	7,4	6,5

TABLA 2. Humedad Relativa (%)

	Hum. Med.	Med. Max.	Med. Min.	Med. 08:00	Med. 14:00	Med. 19:00
Enero	76,3	97,4	62,1	84,6	79,5	75,0
Febrero	69,9	96,3	53,2	78,5	62,1	69,2
Marzo	74,2	92,1	56,6	83,0	65,4	74,6
Abril	72,3	92,6	60,2	79,1	67,4	78,7
Mayo	88,3	97,5	76,1	91,8	81,4	90,3
Junio	86,1	95,3	75,1	90,6	80,0	87,6
Julio	81,2	91,9	68,9	85,7	73,8	83,5
Agosto	79,0	92,1	64,5	85,9	71,0	80,2
Septiembre	77,9	92,2	65,3	85,7	68,4	89,3
Octubre	77,0	93,4	56,2	80,5	63,0	68,7
Noviembre	69,8	92,5	56,4	75,3	66,3	67,6
Diciembre	71,0	86,1	56,4	77,8	68,9	66,9
Promedio	71,1	93,3	62,6	83,2	70,6	77,6

negativa de este año ocurrió el 23 de noviembre, alcanzando a los $-0,4^{\circ}$ C.

La tabla 1 muestra los valores medios y extremos alcanzados en cada mes durante el 2005. La última columna de esta tabla muestra el promedio de temperatura mensual durante los últimos 118 años.

B. HUMEDAD RELATIVA.

La humedad promedio del 2005 fue del 75,4%. El mes de mayor promedio fue mayo con un 88,3%, mientras que los de menor humedad promedio correspondieron a febrero y noviembre con un 69,9% y un 69,8% respectivamente. Las

medias anuales de las máximas y mínimas diarias fueron de 93,3% y 62,6% respectivamente.

El promedio de las 8:00 horas llegó al 83,2%, el de las 14:00 fue del 70,6% y el de las 19:00 horas llegó al 77,6%. El detalle mensual se muestra en la tabla 2.

C. PRECIPITACIONES.

El total anual alcanzó a los 571,9 mm ó lt/m^2 , en 131 días que presentaron precipitaciones. Este monto es superior en 135,6 mm a la precipitación anual promedio de los últimos 118 años. De acuerdo con los montos anuales históricos de Punta Arenas, el año 2005 queda clasificado como

TABLA 3. Precipitaciones

Meses	Agua (mm)	Agua-nieve (mm)	Nieve (cm)	Total (mm)	Promedio 1888-2005
Enero	25,9	-	-	25,9	36,5
Febrero	1,7	-	-	1,7	30,4
Marzo	71,3	-	-	71,3	43,4
Abril	99,5	-	-	99,5	45,3
Mayo	49,6	-	-	49,6	47,1
Junio	17,2	1,2	0,4	18,8	36,6
Julio	19,0	9,7	-	28,7	34,3
Agosto	79,9	2,3	-	82,2	39,4
Septiembre	38,1	-	-	38,1	31,6
Octubre	48,7	19,0	-	67,7	27,1
Noviembre	57,2	-	-	57,2	29,5
Diciembre	31,8	-	-	31,8	34,8
Total	539,9	32,2	0,4	572,5	436,3

TABLA 4. Precipitación diaria (mm)

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	-	-	-	-	0,5	-	-	2,7	-	-	4,2	-
2	-	-	-	4,6	-	-	-	0,5	-	-	5,4	-
3	-	-	18,2	25,2	-	-	0,7	0,8	8,4	-	4,2	2,1
4	0,9	-	2,2	21,0	-	1,1	-	-	2,1	-	-	4,2
5	-	-	0,3	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
6	1,6	-	2,0	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-
7	0,5	-	-	-	-	-	1,5	-	0,5	-	-	-
8	4,2	-	3,5	-	-	0,4	1,2	-	-	11,4	-	-
9	2,4	-	18,1	-	12,7	-	0,5	25,7	-	2,1	-	-
10	-	-	-	-	-	1,2	-	7,4	-	-	-	-
11	0,4	-	2,2	-	-	-	0,8	-	-	1,2	0,4	-
12	-	-	-	-	-	-	0,4	1,2	7,2	6,4	-	-
13	-	-	-	-	-	-	0,3	-	1,2	-	-	10,4
14	0,5	-	12,3	-	-	-	1,2	-	-	-	-	-
15	2,7	-	3,5	6,7	-	-	-	-	-	-	5,2	-
16	-	-	1,7	8,2	17,4	-	-	0,5	-	-	3,4	5,2
17	8,1	-	2,5	7,2	-	-	-	1,1	1,1	4,2	3,1	2,1
18	3,8	-	2,7	-	-	1,2	-	0,7	0,8	7,4	-	7,5
19	-	-	2,1	-	-	-	4,2	1,8	-	27,2	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	0,5	5,4	1,2	0,5	-
21	-	1,7	-	-	-	3,2	0,5	0,5	0,2	1,2	0,8	-
22	0,8	-	-	-	-	2,1	0,2	2,2	1,2	3,2	9,2	-
23	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	-	5,2	-
24	-	-	-	-	-	3,2	-	10,4	-	-	5,1	-
25	-	-	-	-	7,2	1,5	-	6,4	-	-	10,5	-
26	-	-	-	1,2	1,2	1,2	-	9,6	5,3	-	-	-
27	-	-	-	4,7	-	-	-	9,7	-	1,0	-	-
28	-	-	-	1,8	-	-	9,7	0,5	-	-	-	-
29	-	-	-	9,2	1,2	-	2,2	-	-	1,2	-	-
30	-	-	-	9,7	4,2	-	3,2	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	5,2	-	2,1	-	-	-	-	-
Total	25,9	1,7	71,3	99,5	49,6	18,8	28,7	82,2	38,1	67,7	57,2	31,5
Max 24 h	8,1	1,7	18,2	25,2	17,4	3,7	9,7	25,7	8,4	27,2	10,5	10,4
Nº /días	11	1	13	11	8	10	15	18	13	12	13	6

un año muy lluvioso (Santana 1984). Con respecto al año pasado, este monto es superior en sólo 8 mm (Butorovic 2005), evidenciando un período de montos de precipitaciones sobre el promedio que se viene observando, al menos, durante la última década.

De este total anual alcanzado, 539,9 mm (equivalentes a un 94,3% del total) precipitaron en forma de agua, 32,2 mm (equivalentes al 5,6%) lo

hicieron en forma de agua-nieve y solamente 0,4 cm (equivalente al 0,1%) como nieve, este último valor equivale a igual número de milímetros de agua.

El mes de más precipitación fue abril con 99,5 mm seguido de agosto y marzo con montos de 82,2 y 71,3 mm respectivamente. Estos montos representan valores superiores en un 119,6%, 110,2% y 64,3% respectivamente a sus promedios normales. Por su escaso monto de precipitación,

este año destacó como el mes más seco, febrero, registrando sólo 1,7 mm. Otro mes que registró una baja considerable, de acuerdo a su promedio histórico fue junio con un total de 18,8 mm. La distribución mensual de la precipitación así como su tipo y los promedios mensuales históricos, se muestran en la tabla 3.

La máxima precipitación en un día alcanzó a los 27,2 mm y ocurrió el 19 de octubre. Otros montos importantes en un día se registraron el 9 de agosto y el 3 de abril, alcanzando a los 25,7 mm y 25,2 mm respectivamente. El detalle diario de la precipitación se muestra en la tabla 4.

D. INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD.

Durante el 2005 se registró un total de 1.757 horas y 20 minutos de sol, cantidad superior en unas 40 horas al total registrado durante el 2004 (Butorovic 2005). Los meses con mayor insolación fueron febrero con 234 horas y 5 minutos de sol, seguido de noviembre con 230 horas con 25 minutos, enero con 212 horas y 40 minutos y de octubre con 211 horas y 40 minutos. No hubo otros meses que superaran las 200 horas de sol. Por su parte, el mes de menor insolación correspondió a mayo con sólo 72 horas y 40 minutos, seguido de junio y julio que también registraron menos de 80 horas de sol. El resto de los meses registraron valores intermedios entre estos extremos.

Referente a la nubosidad, el promedio anual fue de 5,1 octavos de cielo cubierto, valor inferior en 0,4 octavos al promedio alcanzado en el 2004 (Butorovic 2005). El mayor promedio se registró en abril, lo que queda evidenciado en el bajo número de horas de sol alcanzado y además por la gran cantidad de precipitación respecto a valores habituales para este mes.

La tabla 5 muestra el detalle mensual de horas y minutos de sol y los promedios de nubosidad durante el año 2005.

E. RADIACIÓN SOLAR.

E.1 Radiación Solar Global.

Esta radiación promedio anual alcanzó a los 11,5 Ly/h, equivalentes a 133.7 W m^{-2} , o lo que es lo mismo, a $100,7 \text{ Kcal/cm}^2\text{-año}$. En comparación con el 2004, este promedio fue inferior en 0,7 Ly/h, pero superior en 0,8 Ly/h al promedio anual

normal. El mayor valor se registró en enero, con un valor de 20,9 Ly/h, seguido de noviembre con una media de 20,1 Ly/h. El resto de los meses no superaron los 20 Ly/h. Entre los meses de menos radiación destacan los comprendidos entre abril y septiembre con promedios inferiores a 10 Ly/h. En relación al año anterior, la baja más notable la registró diciembre, cuyo valor medio descendió 4,4 Ly/h (Butorovic 2005). Otros meses que registraron bajas importantes fueron julio y septiembre con 2,9 Ly/h y 3,6 Ly/h, respectivamente, menos que el año anterior, pero muy similares a sus valores medios normales. Las otras bajas correspondieron a los meses de marzo, mayo, agosto, octubre y noviembre. El resto de los meses mostraron alzas respecto al 2004, siendo la más importante el valor medio de febrero que fue superior en 4,4 Ly/h y superior en 3,3 Ly/h a su promedio normal.

En cuanto a la variación diaria de sus promedios mensuales, la distribución es bien definida y claramente estacional. Hay un aumento de la radiación hacia las horas del medio día y hacia la estación de verano. Los mayores promedios de radiación se alcanzaron en el mes de enero entre las 12 y las 16 horas con valores promedios bi-horarios superiores a los 50 Ly/h. En general, se produjeron promedios importantes en los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero, con valores sobre los 40 Ly/h.

En relación a la variación diaria de la radiación en su promedio anual y en comparación con

TABLA 5. Insolación y nubosidad

Meses	Horas y minutos	%	Octavos
Enero	212:40	12,1	5,4
Febrero	234:05	13,3	4,4
Marzo	131:05	7,5	5,9
Abril	107:45	6,1	5,9
Mayo	72:40	4,1	5,5
Junio	75:05	4,3	5,2
Julio	79:30	4,5	5,2
Agosto	97:30	5,5	5,2
Septiembre	132:45	7,6	4,8
Octubre	211:40	12,0	4,4
Noviembre	230:25	13,1	4,3
Diciembre	172:10	9,8	4,4
Total	1757:20	100,0	5,1

TABLA 6. Radiación Solar (Ly/h)

Hora	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
00-02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-06	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
06-08	11,2	16,9	2,3	4,6	1,0	0,0	0,0	1,7	6,8	12,6	16,4	9,9	7,0
08-10	28,1	33,0	13,2	13,2	8,3	5,0	3,1	10,6	19,2	28,8	33,2	21,9	18,1
10-12	39,5	44,4	25,0	24,8	15,1	11,6	8,7	19,2	29,2	38,7	47,2	36,2	28,3
12-14	54,2	46,3	33,9	27,4	17,6	13,0	11,2	19,5	29,4	41,2	49,6	41,4	32,1
14-16	51,9	43,7	33,7	18,0	11,4	8,2	6,2	10,8	21,2	37,0	47,6	37,9	27,3
16-18	41,0	29,6	25,2	8,0	4,6	1,8	0,8	6,4	9,4	23,2	32,2	28,1	17,5
18-20	23,0	12,6	10,1	6,0	1,0	0,0	0,0	0,2	0,0	7,9	14,6	15,1	7,5
20-22	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,5
22-24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Promedio	20,9	18,9	11,9	8,5	4,9	3,3	2,5	5,7	9,6	15,8	20,1	16,3	11,5

Nota: 1 Ly/h = 11,63 W m⁻²; 1 Ly = 1 cal/cm² = 4,1868 Joule/cm². 1 Joule = 1 Ws = 1 Nm

el 2004, se produjo un ascenso de los promedios entre las 14 y 20 horas, mientras que en el resto de las horas con radiación se observaron descensos (Butorovic 2005). En la tabla 6 se presentan los promedios de radiación global cada dos horas a nivel mensual y anual.

E.2 Radiación Solar Par.

El promedio anual de radiación PAR para Punta Arenas, durante el 2005, llegó a los 286,3 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, que es equivalente a decir 62,2 W m⁻², deduciéndose con esto que la radiación PAR

representó un 46,5% de la radiación global. El comportamiento mensual es similar al de la radiación global, presentándose los mayores promedios en noviembre y enero. El mes de menos radiación PAR promedio fue junio con un valor de 59,6 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. Respecto del comportamiento horario, el promedio anual muestra que las mayores intensidades de esta radiación se encuentran entre las 8 y las 18 horas, lapso en que los valores medios bi-horarios superan los 300 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. Durante la noche y el amanecer, entre las 22 horas y las 4 horas los valores de radiación son mínimos e iguales a cero, exceptuando

TABLA 7. Radiación PAR ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)

Hora	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
00-02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-06	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	5,1	13,5	2,4
06-08	152,2	68,4	23,6	7,6	0,0	0,0	0,0	2,3	60,5	229,2	251,9	246,8	86,9
08-10	579,0	465,8	278,3	227,6	78,4	31,6	43,4	155,0	386,9	769,8	717,4	605,7	361,6
10-12	983,4	955,2	626,9	549,2	302,1	227,2	254,1	399,8	712,3	1091,1	1140,4	991,3	686,1
12-14	1336,0	1257,3	788,4	637,0	369,2	297,1	350,6	537,6	775,6	1170,3	1398,0	1217,0	844,5
14-16	1403,7	1322,3	767,8	446,8	236,1	154,8	203,6	388,8	633,5	946,0	1338,4	1239,5	756,8
16-18	1042,8	1113,7	480,2	119,3	20,5	4,6	14,4	86,8	271,8	519,8	899,2	1040,6	467,8
18-20	578,4	536,2	121,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	69,7	438,8	608,0	196,7
20-22	139,3	60,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,8	145,0	32,9
22-24	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,1
Promedio	518,1	481,6	257,4	165,7	83,9	59,6	72,2	130,9	237,4	400,4	519,7	509,0	286,3

Nota: 1 μmol = 1 μE ; 1 W m⁻² = 4,6 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$

los meses de diciembre y enero, que muestran un pequeño valor promedio entre las 22 y 24 horas. Así, durante los meses de verano se observa que la radiación PAR comienza a aumentar sus valores a las 4 horas y éstas aún no llegan a su valor mínimo a las 24 horas. Por su parte, en los meses de invierno, los promedios mínimos comienzan a las 18:00 horas y duran hasta las 8:00 horas del día siguiente. Los valores máximos de radiación PAR en promedios bi-horarios llegaron a $1.405 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ en enero y entre las 14 y 16 horas. Si se examina más detalladamente este valor promedio en la serie de datos originales, se descubre que el máximo promedio en una hora llega a $1.507 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$, en tanto que en media hora éste llega a los $1.532,3 \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$. La tabla 7 muestra la radiación PAR en promedios bi-horarios en forma mensual y anual.

F. VIENTOS.

El promedio para el 2005, medidos a la altura estándar (10 m s.n.s.) fue de 11,7 km/h, valor inferior en 8,6 km/h al promedio alcanzado durante el 2004 (Butorovic 2005). El mes que se destacó por su mayor valor medio fue abril, llegando a los 15,7 km/h, seguidos de enero y diciembre con promedios de 14,3 km/h y 14,0 km/h respectivamente. Los meses de más calma fueron mayo, junio, julio y agosto con promedios de 7,9 km/h, 8,7 km/h, 9,4 km/h y 9,8 km/h respectivamente. En comparación con los promedios de los últimos 17 años, todos los meses estuvieron bajo estos promedios históricos, mostrando la diferencia más significativa el mes de noviembre con un valor inferior en 8,3 km/h al promedio de este mes. Otras bajas importantes se presentaron en mayo, agosto y octubre. El resto de

TABLA 8. Viento promedio horario a 10 m s.n.s. (Km/h)

Hora	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
0- 1	9,0	12,2	11,6	13,6	6,6	9,4	10,9	9,9	7,6	10,8	8,1	11,3	10,1
1- 2	9,4	11,4	9,7	14,0	6,9	8,8	10,5	9,9	8,7	10,2	7,7	10,2	9,8
2- 3	7,9	10,2	9,7	13,5	7,4	8,4	8,9	10,7	8,7	10,0	8,1	10,2	9,5
3- 4	8,9	10,7	9,7	15,1	7,2	8,9	8,7	9,6	9,7	8,2	7,5	10,1	9,5
4- 5	10,6	9,1	8,7	15,3	8,0	9,1	8,0	9,3	7,8	8,5	8,5	9,9	9,4
5- 6	9,7	9,5	9,4	14,9	7,6	8,8	9,7	10,1	8,3	8,5	7,9	9,3	9,5
6- 7	10,9	8,9	10,0	16,5	8,7	8,6	10,6	9,1	9,1	8,0	9,4	9,9	10,0
7- 8	11,0	9,6	9,6	17,3	9,1	8,3	9,7	8,7	11,3	7,8	9,4	11,4	10,3
8- 9	11,8	8,7	9,4	18,3	8,1	8,2	10,1	7,7	11,6	9,1	11,9	11,6	10,5
9-10	14,0	11,2	10,2	19,1	8,6	7,6	10,5	7,6	13,8	12,4	13,3	12,8	11,8
10-11	15,7	13,3	11,7	18,9	9,6	8,3	11,1	9,4	14,2	15,9	14,1	15,1	13,1
11-12	16,7	15,7	12,2	19,7	10,2	8,6	10,3	10,8	16,3	17,4	15,2	16,8	14,2
12-13	17,4	15,7	15,5	19,7	10,6	8,7	9,3	10,1	17,1	18,5	14,9	18,5	14,7
13-14	18,1	17,8	17,6	19,2	10,1	8,5	10,2	12,4	16,1	18,5	15,6	18,5	15,2
14-15	21,2	19,2	16,9	18,2	9,1	8,1	10,0	12,4	16,0	18,3	15,2	18,9	15,3
15-16	21,1	19,8	16,7	16,4	9,0	9,0	8,0	11,3	15,4	18,6	14,6	18,9	14,9
16-17	20,5	19,2	17,6	15,6	7,8	8,5	7,5	9,9	13,9	17,1	14,6	19,9	14,3
17-18	19,8	19,1	15,5	14,8	7,5	8,1	8,0	9,2	13,3	15,9	13,5	20,6	13,8
18-19	19,8	17,5	15,4	13,6	6,0	8,7	8,4	8,3	11,2	14,0	12,8	17,5	12,8
19-20	16,9	14,9	16,3	12,9	6,3	7,7	8,4	8,1	10,8	12,7	13,0	16,6	12,1
20-21	16,2	12,6	13,7	12,6	6,0	8,5	8,1	9,0	11,2	12,1	10,1	14,9	11,2
21-22	14,0	7,9	11,9	13,5	5,6	10,1	8,5	9,9	9,8	10,5	10,3	11,9	10,3
22-23	12,2	8,7	11,4	12,1	6,0	10,1	9,0	11,0	9,4	10,0	8,0	11,2	9,9
23-24	9,9	10,4	11,1	11,5	6,8	9,1	10,1	10,6	8,9	10,6	9,3	10,8	9,9
Promedio	14,3	13,1	12,6	15,7	7,9	8,7	9,4	9,8	11,7	12,7	11,4	14,0	11,7
Vel. máx.	92,7	92,7	92,7	101,9	109,3	74,1	107,5	70,4	109,3	96,4	89,0	85,3	109,3

TABLA 9. Frecuencia relativa mensual (%) de horas de viento en cada dirección

Meses	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Suma
Enero	0,90	0,29	0,05	0,11	0,21	1,29	3,62	1,66	8,1
Febrero	0,76	0,49	0,15	0,29	0,51	1,52	3,09	1,08	7,9
Marzo	1,44	0,97	0,32	0,14	0,39	1,50	2,23	1,74	8,7
Abril	1,31	0,35	0,12	0,11	0,50	1,44	2,59	1,93	8,4
Mayo	1,31	0,88	0,25	0,28	0,74	1,89	2,25	1,13	8,7
Junio	1,14	0,60	0,14	0,16	0,38	2,35	1,68	2,00	8,5
Julio	1,28	0,69	0,26	0,18	0,49	2,59	2,18	1,07	8,7
Agosto	1,05	1,06	0,42	0,42	0,40	1,27	1,53	0,95	7,1
Septiembre	1,39	1,00	0,16	0,30	0,62	1,17	1,87	1,42	7,9
Octubre	1,00	0,92	0,13	0,33	0,54	1,64	2,39	1,78	8,7
Noviembre	0,52	0,70	0,25	0,92	0,99	1,54	2,58	0,95	8,5
Diciembre	0,51	0,23	0,13	0,60	0,61	2,00	3,65	1,00	8,7
Total	12,64	8,18	2,39	3,84	6,37	20,22	29,65	16,71	100,00

los meses presentaron diferencias en los promedios inferiores a los 6 km/h.

El promedio alcanzado durante el 2006 representa el menor promedio en 17 años de registro a 10 m s.n.s. en la estación Jorge Schythe, siendo similar, aunque inferior al promedio alcanzado durante 1997, año en que este valor llegó a 12,8 km/h.

En relación con la variación diaria en cada mes, los mayores promedios, sobre los 20 km/h, ocurrieron en horas del medio día del mes de enero. El resto de los meses presentaron promedios horarios inferiores a este valor. Así, el máximo promedio horario se registró entre las 13 y las 14 horas de enero llegando a los 26,6 km/h. El mínimo promedio en cambio, ocurrió entre las 6 y las 7 horas en mayo, con valores que no alcanzaron los 6 km/h.

Los promedios horarios anuales y como es natural, fueron máximos entre las 11 y 17 horas, aunque apenas superaron los 14 km/h, mientras que las horas de más calma ocurrieron entre las 22 y las 06 horas, con valores inferiores a 10 km/h, exceptuando el período entre las 0 y la 1 horas, en que el promedio anual llegó a los 10,1 km/h. La tabla 8 muestra el detalle horario a nivel mensual y anual del viento.

En cuanto a las velocidades máximas alcanzadas por este meteoro, en los meses de abril, mayo, julio y septiembre, ocurrieron temporales cuyas velocidades superaron los 100 km/h, alcanzando la máxima del 2005 a los 109,3 km/h en los días 1° de mayo a las 04:45 horas y el 17 de septiembre a las 11:30 horas, con dirección oeste y noroeste respectivamente.

TABLA 10. Frecuencia (%) de horas de viento en cada dirección

Dirección	< 4 m/s	4-8 m/s	> 8 m/s	Suma
N	11,0	1,6	0,1	12,6
NE	6,8	1,4	0,0	8,2
E	2,2	0,1	0,0	2,4
SE	3,4	0,5	0,0	3,8
S	5,3	1,0	0,0	6,4
SW	15,2	4,6	0,3	20,2
W	14,7	11,3	3,7	29,7
NW	11,1	4,8	0,9	16,7
Suma	69,7	25,3	5,0	100,0

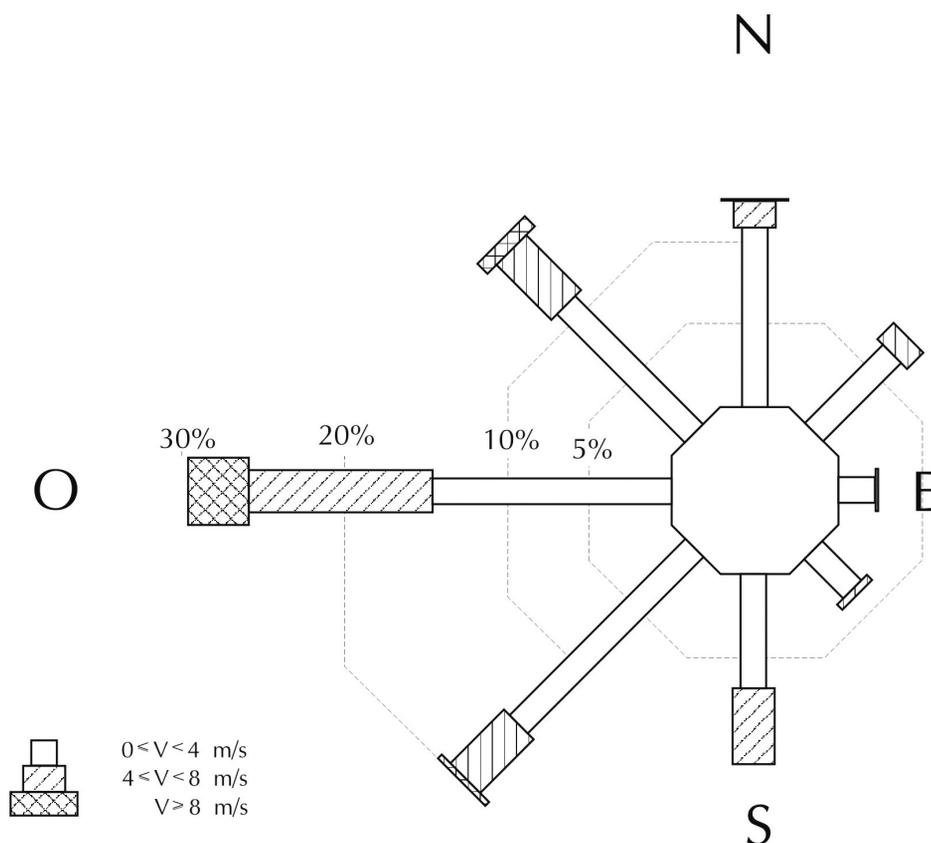


Fig. 1. Rosa de los vientos de ocho direcciones y tres rangos de velocidad para 2005.

Respecto a la dirección del viento, el análisis de la frecuencia mensual de horas de viento en cada dirección, muestra que los vientos predominantes fueron del oeste con un 29,7% del total de horas procesadas, seguidas del suroeste con un 20,2% del total de horas. En tercer lugar le siguen los vientos del noroeste con el 16,7% del total y en cuarto lugar aparecen los vientos del norte con el 12,6%. El resto de las direcciones mostraron porcentajes inferiores al 10% del total de horas del año. Con respecto a rangos predefinidos, durante el 2005 no se registraron velocidades altas en las direcciones noreste, este, sureste y sur. La mayor cantidad de horas con velocidades altas se presentaron de la dirección oeste con un 3,7% de las horas del año. En general, las velocidades altas alcanzan al 5% del total de horas, mientras que las velocidades medias (entre 4 y 8 m/s) sumaron el 25,3% y las velocidades bajas el 69,7%.

La tabla 9 muestra el detalle mensual y anual por dirección de la frecuencia relativa de horas de

viento en cada dirección, mientras que en la tabla 10 se muestra el porcentaje de horas de viento en tres rangos de velocidades a nivel anual.

La figura 1 muestra las direcciones del viento y tres rangos de velocidad para cada una de éstas. En cada dirección se puede visualizar el porcentaje de horas con respecto a los rangos definidos y al total registrado durante el año y a la vez se puede medir, en porcentaje, el rango en que el viento sopló en cada dirección.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las siguientes personas e Instituciones que colaboraron en hacer posible este resumen meteorológico. Al Sr. Rodrigo Ojeda Ojeda y al Sr. Jorge Muñoz N. por sus labores como observadores meteorológicos; a Nicolás Butorovic A. y Carlos Olave S. por su colaboración en el procesamiento y digitalización de la información. Al señor Charles Porter, representante de la PRF que proporciona la

estación de registro automático (AWS). Al personal de Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y de la Dirección General de Aguas (DGA), que en forma constante y con la mejor disposición vela por el suministro adecuado de insumos propios para el funcionamiento normal de la estación climática, así como en la mantención de los instrumentos para su funcionamiento adecuado.

LITERATURA CITADA

- Butorovic, A. 2005. Resumen Meteorológico año 2004. Estación Jorge C. Schythe. *Anales Instituto Patagonia* (Chile) 33: 65-71.
- Endlicher W. & A. Santana 1988. El clima del sur de la Patagonia y sus aspectos ecológicos. Un siglo de mediciones climatológicas en Punta Arenas. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile) 18: 57-86.
- Page, C.H. & P. Vigoureux 1977. The International system of units (SI) Nat. Bur. Of Stand. Special Publ. 330. 2ed edn. US. Govt. Printing Office, Washington DC. USA.
- Santana A. 1984. Variación de las precipitaciones de 97 años en Punta Arenas como índice de posibles cambios climáticos. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile) 15: 51-60.
- Zamora M. & A. Santana 1979. Oscilaciones y tendencias térmicas en Punta Arenas entre 1888 y 1979. *Anales Instituto Patagonia* (Chile) 10: 147-154.