

DEFINICION DEL ZONDA EN LA
CORDILLERA FRONTAL MENDOCINA POR
SU EFECTO TERMICO

Federico A. Norte

Instituto Argentino de Nivología y Glaciología
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

RESUMEN

El objetivo del trabajo es determinar el incremento de temperatura que es necesario obtener en un intervalo de tiempo fijado para poder decir que se está en presencia del "zonda térmico" teniendo en cuenta la onda climática diaria. Además se pretende ver en qué medida los casos de Zonda definidos usando solamente la temperatura coinciden con los casos de Zonda real detectados con fajas de termohigrógrafos.

Se realiza un análisis mesoclimático del régimen térmico de estaciones seleccionadas del noroeste de Mendoza.

Se concluye que si la variación horaria de la temperatura supera a la climática entre 2.5°C/h y 3.5°C/h se está en presencia de Zonda débil, entre 3.5°C/h y 4.5°C/h, moderado y cuando es mayor 4.5°C/h, Zonda intenso. También se observa que existe el Zonda continuo y el Zonda pulsante.

ABSTRACT

A method is proposed to determine the temperature increase to be obtained at a given time interval to prove the existence of a thermal Zonda, taking into consideration the daily climatic wave.

Besides, it is intended to see up to what extent Zonda events defined by using temperature values only, coincide with actual Zonda events detected by means of thermohygrographs.

A mesoclimatic analysis was made of the thermal regimen of the selected stations NW of Mendoza.

We conclude that if the time variation of the temperature is greater than the climatic one between 2.5°C/h and 3.5°C/h then, a weak Zonda is blowing; between 3.5°C/h and 4.5°C/h, the Zonda is moderate and when temperature values are greater than 4.5°C/h intense Zonda is present. It could also be observed that there exist continuous and pulsing Zondas.

1. INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es definir el Zonda usando solamente los datos de temperatura disponibles, obtenidos de estaciones meteorológicas ubicadas en el noroeste de la provincia de Mendoza.

El viento Zonda, conocido también en otras partes del mundo como "föhn" (Suiza y Alemania); "chinook" (Estados Unidos y Canadá); "ljuka" (Yugoslavia); "austru" (Rumania); "halny wiatr" (Polonia); "aspre" (Francia); "Canterbury norwesterly" (Nueva Zelanda); Huschke, R., 1959, es un fenómeno local de complejas características en cuanto al comportamiento de los parámetros que lo acompañan. Los efectos que produce son variados, generalmente poco o nada beneficiosos y los antecedentes sobre el tema en Argentina son escasos. Respecto de los antecedentes en el extranjero se destacan las consideraciones respecto a las características de la temperatura dadas por Brinkmann, W.R., 1973 e Ives, R.L., 1950. Surge entonces la necesidad de una definición cuantitativa de este fenómeno en base a la modificación que sufren los diferentes elementos cuando se registra Zonda.

En este trabajo se decidió tomar solamente la temperatura ya que es uno de los parámetros más afectados por el Zonda y del cual se dispone de mayor cantidad de información espacial y temporal.

El fin es determinar qué incremento de temperatura es necesario obtener en un intervalo de tiempo fijado para poder decir que se está en presencia del "zonda térmico".

Además, mediante situaciones conocidas de zonda real, se pretende ver en qué medida los casos de zonda térmico coinciden con el real.

Se tratará en el futuro de definir al zonda tomando otros parámetros en forma individual para finalmente integrar a todas las definiciones y dar una total.

2. DATOS

Mediante la información sinóptica del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) se detectaron situaciones de zonda reales significativas.

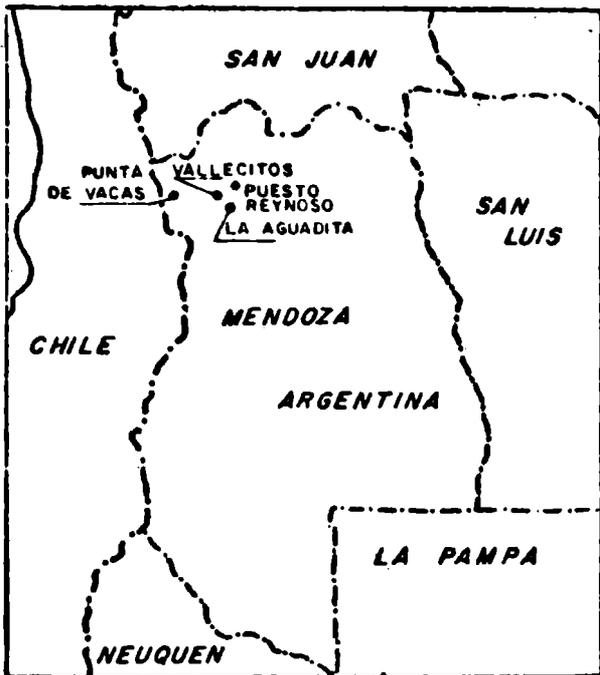
Se trabajó además con datos de temperatura de estaciones de precordillera y alta montaña pertenecientes a Agua y Energía y al GIM (Grupo de Información Meteorológica del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas-CRICYT de Mendoza).

Las estaciones consideradas fueron Punta de Vacas, La Aguadita, Vallecitos y Puesto Reynoso (Fig.1) para los períodos 1971-1981; 1972-1982; 1979-1982 y 1981-1983 respectivamente.

Los datos de humedad relativa sirvieron para control de la presencia o no del

zonda real.

3. METODOLOGIA Y DESARROLLO



Referencias

1. Vallecitos - 2550 m. snm
2. Puesto Reynoso - 1770 m. snm
3. La Aguadita - 2225 m. snm
4. Punta de Vacas - 2395 m. snm

Fig. 1: Estaciones meteorológicas utilizadas

Para definir al "zonda térmico" se desarrollaron varios pasos previos. Se realizó un análisis mesoclimático del régimen de temperatura de las estaciones seleccionadas. Se tomó como referencia a la onda climática mensual en base a los datos horarios disponibles. De las cuatro estaciones consideradas se rescató la de Vallecitos (2550 m s.n. m.), ubicada en el Cordón del Plata porque:

- 1) Posee información horaria bastante completa y tiene el registro más largo de todas.
- 2) Está ubicada en una región muy singular donde la frecuencia de Zonda es elevada, estimación que surge del análisis comparativo de fajas de termohigrógrafos, de información verbal de personas que recorren el área y/o vi-

ven en ese lugar.

3) Está ubicada en una zona donde, además del Zonda, se registran también las tormentas convectivas en verano y nieve en invierno producidas por advección del sudeste o por vaguadas y frentes fríos provenientes del Océano Pacífico. Se definió la onda media horaria mes a mes (Fig. 3a y 3b).

Se calculó $\Delta T_c = T_{c_{i+1}} - T_{c_i}$; $\Delta T_r = T_{r_{i+1}} - T_r$

donde f = hora oficial

T_c = temperatura climática (media mensual de cada hora)

T_r = temperatura real

ΔT_c = incremento horario de la temperatura mensual media

ΔT_r = incremento horario de la temperatura

ΔT_r es el incremento o decremento hora a hora para un día cualquiera, de un mes cualquiera, de un año cualquiera.

Se calcula ΔT_r para todo el registro.

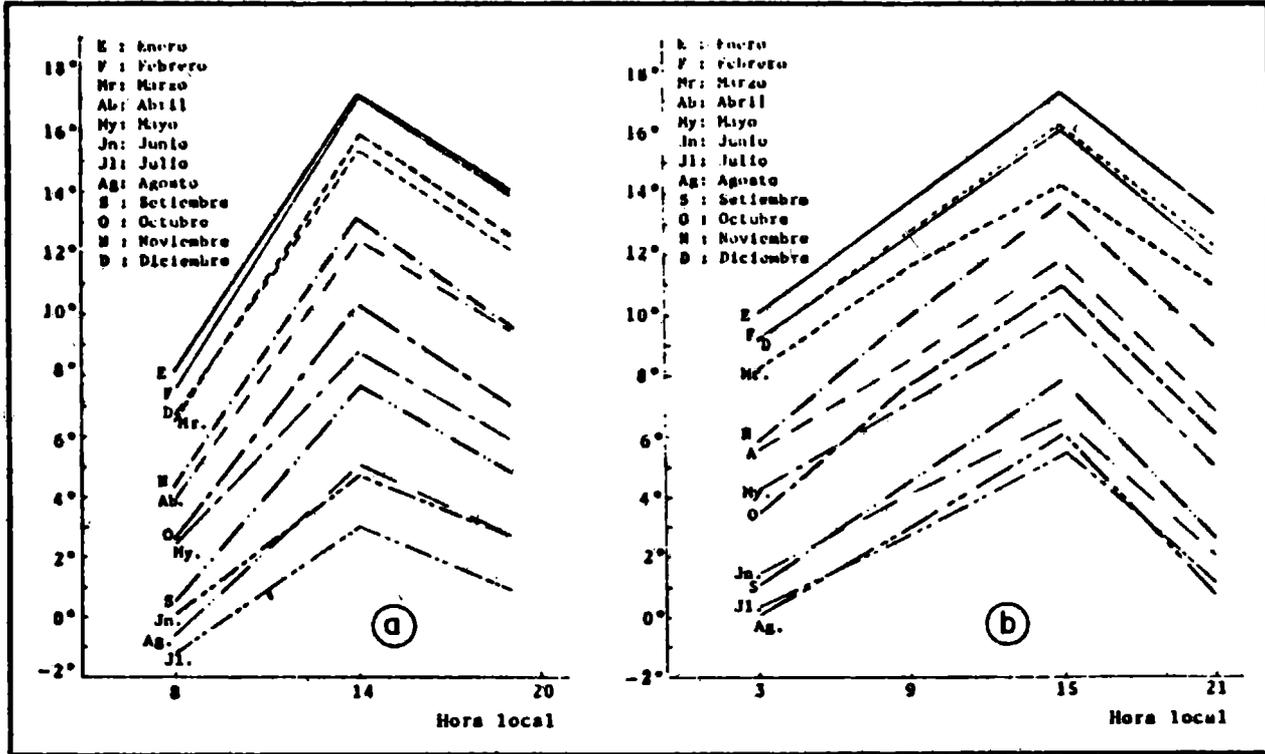


Fig. 2: Datos tridiurnos mes a mes. a) Punta de Vacas; b) La Aguadita

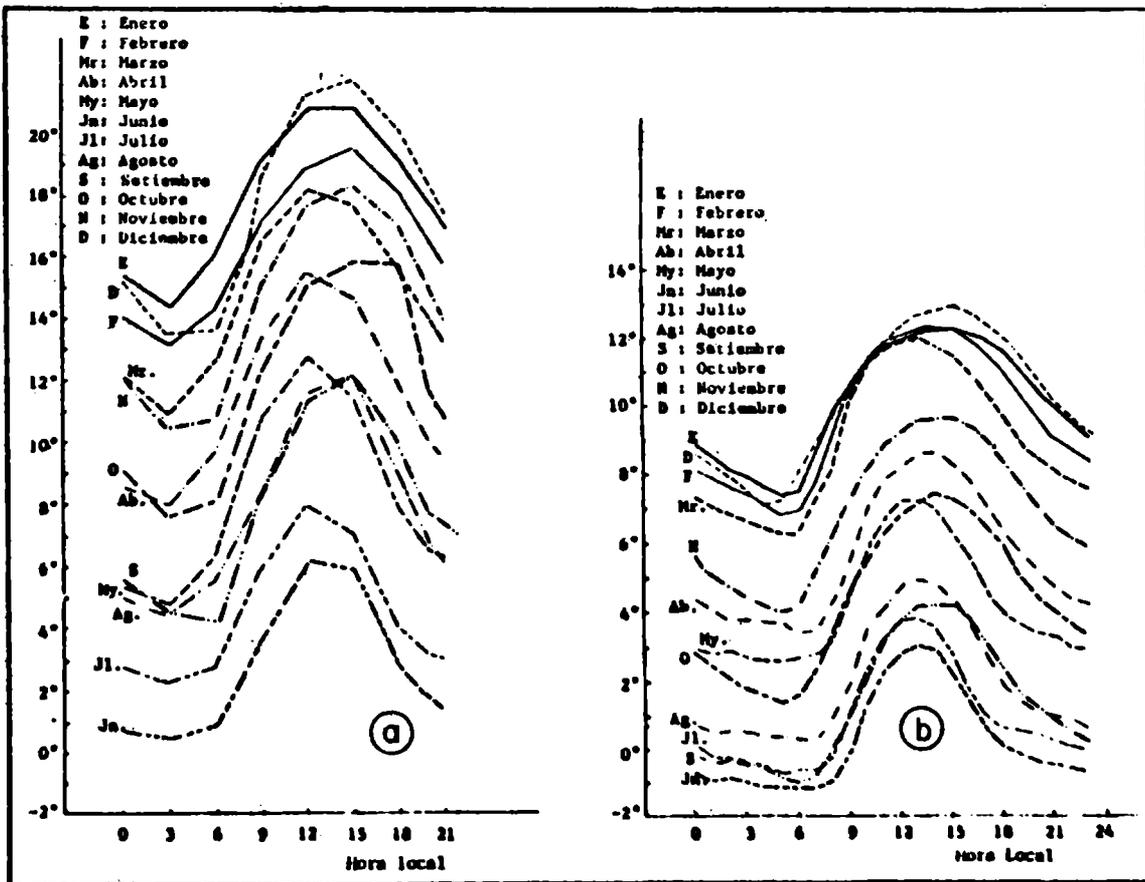


Fig. 3: Onda media horaria mes a mes. a) Puesto Reynoso; b) Vallecitos

VALLECITOS - Mayo 1983

	$\Delta Z \geq 1.5$	$\Delta Z \geq 2.5$
ZONDAS REALES	9	9
COMIENZOS Y FINALES DE ZONDAS REALES DETECTADOS	8	2
COMIENZOS SOLAMENTE	19	14
FINALES SOLAMENTE	10	5
COMIENZOS DE NO ZONDAS	8	2
FINALES DE NO ZONDAS	1	1

Tabla 1: Resultados de pruebas de la búsqueda de K_j óptimo

Se definió a $\Delta Z = \Delta T_c - \Delta T_r$ y a $K_j = T_i - T_{(i-1)}$ (donde i es hora oficial). Se calcularon los $\Delta Z \geq K_j$ (la variación de j es cada 5 décimas de grado). Se probaron distintas K_j hasta fijar uno tomado como límite, a partir del cual se dice que se está en presencia del comienzo de un "Zonda térmico". Para la finalización se adopta un criterio similar.

Posteriormente se toman meses de la serie al azar y se analizan exhaustivamente las fajas para determinar, con ayuda de la curva de la humedad relativa y de cartas sinópticas que acusen presencia de zonda, en el área, en cuanto coinciden los zondas reales con los térmicos.

Se clasifica al zonda térmico según: la magnitud del incremento de temperatura registrada; la duración del fenómeno y la forma que adquiere la función de la temperatura con respecto al tiempo.

4. RESULTADOS

Del análisis mesoclimático de las cuatro localidades seleccionadas resulta que: 1) Vallecitos, La Aguadita y Punta de Vacas presentan cierta homogeneidad en cuanto al agrupamiento mensual de la distribución de temperatura. (Fig. 3b-2b y 3a respectivamente).

Existen tres regímenes térmicos en el año: uno cálido (diciembre, enero, febrero y marzo), uno intermedio (abril, mayo, octubre y noviembre) y uno frío (junio, julio, agosto y setiembre) (Fig. 3b-2b y 3a).

2) Puesto Reynoso difiere de las demás sobre todo en las horas del mediodía y la tarde y no se distinguen tan claramente esas tres estaciones en el año. (Fig. 3a).

En cuanto a la definición del Zonda térmico, tomando como ejemplo mayo de 1983

se obtuvo que el K_j óptimo está comprendido entre $K_j = 1,5$ y $K_j = 2,5$ (Tabla 1). Para ésto se probaron distintos valores de K_j (Fig.5).

De acuerdo a la magnitud del ΔZ registrado en el comienzo del zonda se obtiene la definición siguiente:

- Si $2,5 \leq \Delta Z < 3,5$ zonda débil
- Si $3,5 \leq \Delta Z < 4,5$ zonda moderado
- Si $\Delta Z \geq 4,5$ zonda intenso

Considerando la forma adquirida por la función temperatura respecto del tiempo se obtuvieron dos grupos de zonda térmico: el "pulsante" caracterizado por presentar alternadamente incrementos y decrementos de temperatura en intervalos cortos de tiempo y el "continuo" donde esas variaciones no se manifiestan. (Fig. 4 y 6). Se observó además que cuando no se registraron finalizaciones de zonda térmico, no hubo zonda real.

Hay casos de zondas reales cuyos finales tampoco son detectados y corresponden a casos de zondas reales suaves, débiles y cortos.

Cuando un zonda térmico se inició con valores de ΔZ bastante superiores al K_j , es seguido de otro comienzo con K_j de menor valor, antes de aparecer la finalización.

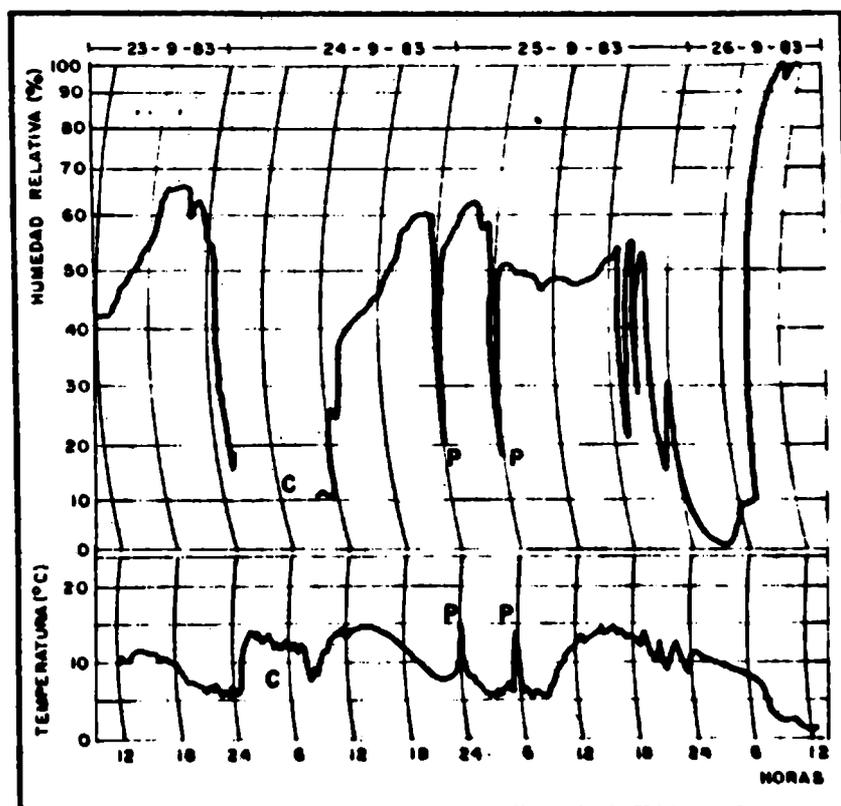


Fig. 4: Termohigrograma de Vallecitos del 23 al 26 de setiembre, 1983.
 C: Zonda térmico continuo
 P: Zonda térmico pulsante

Esto ocurre cuando se registran zondas reales intensos, bien definidos y prolongados en más de 24 horas.

A la inversa, si se detectan 2 o más finales de zonda térmico en forma casi consecutiva, el último final detectado corresponde generalmente al descenso de temperatura debido al pasaje de un frente frío.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que este método de estudiar la ocurrencia de zonda en estaciones que carecen de información de viento, es aceptable (Tabla 1) ya que al menos es posible detectar aquellos zondas bien definidos, sobre todo sus comienzos.

Se advierte la necesidad de ensayar K_j diferentes según la época del año, observándose que son necesarios valores más altos para detectar los zondas que puedan ocurrir en verano.

En los casos en que la marcha de la temperatura define al Zonda térmico sin que descienda correspondientemente la humedad, esto podría obedecer a:

- i) Casos de desaparición de nubosidad
- ii) Casos de calentamiento al amanecer por salida del sol.
- iii) Calentamiento por cambio en la dirección del viento (brisa valle-montaña).

DIAS HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0					2.8	1.2	0.6						0.5		
1	0.6					0.7		1.1							
2		0.6				0.5						0.5	0.5		
3			8.6			1.2									0.5
4						0.9			0.8	1.4				0.5	1.9
5						0.5		0.6		0.9					
6	1.3	8.8								0.6					1.7
7	0.9	2.4					0.5	0.6					0.5	0.7	0.5
8	1.9					3.0			4.0	2.5	3.2		0.5	1.9	1.4
9					1.5	1.1	1.0	4.2		1.9	1.6	2.0	2.6	2.1	
10						0.5			0.8			2.2	1.2		
11				1.1											
12	0.7			1.8	10.7										
13				2.0	0.7			1.0							
14				1.0	0.6										
15						0.6								0.5	
16				0.7										0.5	
17		0.7					3.2								
18															
19															1.7
20									0.6	7.1					
21					1.1		0.6				1.1				
22								0.7							
23				0.9	1.7								0.9		

Fig. 5a: Valores de ΔZ. ΔZ ≥ 0.5 (Estación Vallecitos, mayo de 1983)

El Kj más apropiado para la detección de zondas térmicos que coincidan con los reales oscila entre 1.5 y 2.5 (Fig.5) en Vallecitos.

Se ve la necesidad de considerar incrementos de temperaturas en intervalos de tiempo inferiores a una hora especialmente en los casos de zonda pulsante.

DIAS HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0															
1															
2															
3															
4			8.6												
5															
6		8.8													
7		2.4													
8						3.0		4.0	2.5	3.2					
9								4.2					2.6	2.1	
10												2.2			
11		-3.4						-5.3							
12				10.1											
13															
14															
15															
16						-2.8									
17															
18															
19															
20															
21			-2.2												
22															
23								-3.5							

Fig. 5b: Valores de ΔZ . $\Delta Z \geq 1.5$ (Estación Vallecitos, mayo de 1983)

DIAS HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0					2.8										
1					-3.1										
2															
3															
4			8.6												
5															
6		8.8													
7															
8						3.0		4.0		3.2					
9								4.2					2.6		
10															
11								-5.1							
12				10.1											
13															
14															
15															
16						-2.8									
17															
18															
19															
20										7.1					
21										-7.4					
22															
23								-3.5							

Fig. 5c: Valores de ΔZ . $\Delta Z \geq 2.5$ (Estación Vallecitos, mayo de 1983)

DÍAS HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0															
1															
2															
3															
4			8.6												
5															
6		8.4													
7															
8									4.0						
9								4.2							
10															
11															
12					10.1										
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20										7.1					
21															
22															
23															

Fig. 5d: Valores de ΔZ . $\Delta Z \geq 4.0$ (Estación Vallecitos, mayo de 1983)

ESTACION : VALLECITOS
H O R A

BIA	0h	2h	4h	6h	8h	10h	12h	14h	16h	18h	20h	22h
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
12	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
16	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
18	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
19	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
21	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
22	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
23	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
24	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
26	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
27	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
28	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
29	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
31	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

I = INTERMITENTE
 P = PULSANTE
 C = CONTINUO

Fig. 6: Casos de zonda térmico pulsante y continuo, mes de mayo de 1983.

BIBLIOGRAFIA

- Brinkmann, W.R., 1950; A climatological study of strong downslope winds in the Boulder area. Natural Center for Atmosphere Research. PhD. Thesis. Boulder, Colorado, USA.
- Huschke, R.E., 1959; Glossary of Meteorology. American Meteorological Society. Boston, Massachussets. p. 226-227.
- Ives, R.L., 1950; Frequency and physical effects of chinook winds in the Colorado high plains region. Association of American Geographers Annals 40 (4) p. 293-327.