Biblioteca Digital
F C E N - U B A

BIBLIOTECA CENTRAL LUIS F LELOIR
BIBLIOTECA CENTRAL LELOIR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES UBA

Tesis de Posgrado

Modelo estadístico de pronóstico de convección para la zona norte de la Provincia de Mendoza

Simonelli, Silvia Carmen

2000

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:
Simonelli, Silvia Carmen. (2000). Modelo estadístico de pronóstico de convección para la zona norte de la Provincia de Mendoza. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3302_Simonelli.pdf

Cita tipo Chicago:
Simonelli, Silvia Carmen. "Modelo estadístico de pronóstico de convección para la zona norte de la Provincia de Mendoza". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 2000.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3302_Simonelli.pdf

EXACTAS UBA
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

UBA
Universidad de Buenos Aires

Dirección: Biblioteca Central Dr. Luis F. Leloir, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA - Tel. (++54 +11) 4789-9293

Contacto: digital@bl.fcen.uba.ar

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA Y LOS OCEANOS

Modelo estadístico de Pronóstico de Convección para la zona norte de la Provincia de Mendoza

Lic. Silvia Carmen Simonelli

de Tesis Doctoral para optar al Título de
or de la Universidad de Buenos Aires

ctor de Tesis:
Dra. Nicolini

AÑO 2000

Buenos Aires, 19 de diciembre de 2000

A los Sres. Integrantes del Jurado

De acuerdo con las sugerencias realizadas por el Jurado se introdujeron en la publicacion de la Tesis Doctoral las modificaciones que se enumeran a continuacion y que se adjuntan:

1 Reemplazo de las paginas 3 y 4,
13,
20 y 21,
120 a 122,
133 y 134,
157 y 158

2 La referencia de pagina 3 (Nuñez, 1977) se ha agregado al final de la Bibliografia en la pagina 158.

Atentamente

Silvia Carmen Simonelli

y de radares Doppler; Wilson y Mueller (1993) destacan la utilidad de éstos últimos para el "nowcasting".

El rápido avance en lo últimos años en el conocimiento de los procesos y parámetros asociados con las tormentas locales severas surge como resultado de los estudios observacionales y de las simulaciones con modelos numéricos. Las nuevas fuentes de datos provenientes de las observaciones, como así también las nuevas técnicas de pronóstico y los productos de los modelos proveen gran cantidad de información que el pronosticador deberá elegir y analizar exhaustiva y cuidadosamente.

En nuestro país el problema de la convección severa fue estudiado en distintas escalas y aplicando diferentes metodologías, en forma discontinua y no sistemática. En los mismos se incluyeron el uso de radares (Grandoso et al., 1959 a 1966; Saluzzi y Nuñez, 1978 a 1982), las imágenes satelitales (Velasco, 1994; Torres y Nicolini, 1999), la información sinóptica de superficie y de altura (Lichtenstein y Schwarzkopf, 1970 a y b). En otras investigaciones no sólo se estudió el origen y desarrollo de la actividad convectiva severa en Argentina, sino que se la relacionó con el riesgo que implica y los daños que ocasiona (Schwarzkopf, 1977 a la fecha, a y b; Nicolini y Torres Brizuela, 1998).

Un avance importante en la investigación lo constituye la simulación numérica de situaciones asociadas a eventos convectivos tanto con modelos regionales como con modelos de nube (Nicolini y Collini, 1993; Saulo y Nicolini, 1996, 1997, 1998; Nicolini et al., 1997). Los modelos regionales incluyen una parametrización simple de la convección y simulan y/o pronostican las componentes horizontales del viento, la temperatura, la presión en superficie y la humedad específica, permitiendo diagnosticar los campos de precipitación. En la escala convectiva existen antecedentes de aplicación de modelos convectivos unidimensionales utilizados con fines operativos (Nuñez, 1977; Ghidella y Salluzi, 1980) y el uso de un modelo bidimensional no hidrostático para simular casos reales de tormentas (Nicolini y Torres Brizuela, 1999). Estos modelos incluyen una microfísica detallada de las fases sólida y líquida.

En lo que se refiere a la Provincia de Mendoza, el uso operativo de modelos de nube se implementó dentro del marco del Programa Nacional de Lucha Antigranizo, tomando como punto de partida un modelo numérico unidimensional y estacionario (Hirsch, 1971). Este modelo fue modificado en el tratamiento de la termodinámica y adaptado a la región, obteniéndose una nueva versión que ha sido extensamente utilizada con fines operativos durante las experiencias de lucha antigranizo a partir de 1979 (Ghidella y Saluzzi, 1979 y 1980).

1.6. OBJETIVOS:

El trabajo que se propone intenta responder a interrogantes tales como:

- ¿es posible mejorar el pronóstico de ocurrencia de convección en un período de 24 horas?;

- ¿es posible obtener un pronóstico de convección para diferentes intervalos de tiempo dentro del período de las 24 horas posteriores a las 12 UTC?;

- ¿es posible obtener un pronóstico significativo para tiempos mayores de 24 horas?;

A los fines de contestar estos interrogantes se define **Ocurrencia de Convección** cuando en la observación meteorológica se reporta la presencia de nubes bajas de los grupos **CL3**[1] o **CL9**[2]; de acuerdo con el código de clasificación de nubes[3].

Interesa también responder:

- ¿es posible obtener un pronóstico de ocurrencia de precipitación convectiva para distintos sectores dentro del área de estudio y en el período de 24 horas posteriores a las 12 UTC?.

---

[1] **CL3** Cumulunimbus Calvus, con Cúmulus, Stratocúmulus o Stratus o sin ellos. Cumulunimbus cuyas cimas carecen, al menos parcialmente, de contornos delineados, pero que no son netamente fibrosos ni en forma de yunque; también pueden hallarse presentes Cúmulus, Stratocúmulus o Stratus.

[2] **CL9** Cumulunimbus capillatus (frecuentemente con yunque), con Cúmulus, Stratocúmulus o pannus, o sin ellos. Cumuluninbus cuya parte superior es netamente fibrosa (cirriforme), frecuentemente en forma de yunque acompañados o no de Cumulunimbus sin yunque o parte superior fibrosa, o de Cúmulus, Stratus o pannus.

[3] International Clouds Atlas - World Meteorological Organization

2.2. DATOS UTILIZADOS

Para la realización de este trabajo se recopiló la información meteorológica de la temporada cálida 1987/88, 1988/89, 1989/1990, 1990/91 y 1991/1992; esta selección se hizo tomando como referencia los estudios realizados durante las PEMAG (1959/64) y el PNLAG (1978/82) según se indicó en el Capítulo 1 Punto 3.

La información meteorológica utilizada comprende:

* datos de las 12 UTC de las estaciones sinópticas de superficie pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, indicadas en negro en la Figura 2.1.

* datos horarios de la estación sinóptica de superficie ubicada en el Aeropuerto de Mendoza (Mendoza-Aero).
* radiosondeos diarios de las 12 UTC realizados en la Estación Aerológica Mendoza-Aero
* radiosondeos diarios de las 00 UTC y de las 12 UTC realizados en la estación Aerológica Quintero de Chile, indicada en la Figura 2.1
* datos de la mesored pluviométrica y de impactómetros, originalmente diseñada por el Programa de Lucha Antigranizo, mantenida posteriormente por el Gobierno de la Provincia de Mendoza. La distribución de las estaciones de la mesored compuesta de pluviogranizómetros y medidores de impacto de granizo (impactómetros) se muestra en la Figura 2.3.2.2; esta red incluye un número aún mayor de impactómetros que las indicadas en la figura sumando un total de 120 en toda el área.

La información de los radiosondeos diarios de la Estación Aerológica Mendoza-Aero se procesó para realizar tanto el análisis termodinámico de la atmósfera, como el análisis de la hodógrafa del viento, el cálculo de la cortante vertical del viento y de la advección de temperatura a partir de la

aproximación de viento térmico (Apéndice PC).

A partir de los resultados de ambos programas se elaboró una base de datos para inicializar el programa estadístico que permite la obtención del modelo de pronóstico.

En la Figura 2.1 se ubican las estaciones meteorológicas utilizadas que pertenecen a Argentina y Chile, y son respectivamente:

Argentina: Provincia de Mendoza: Mendoza[1], San Martín[2], San Rafael[3] y Malargüe[4]
Provincia de San Luis: San Luis[5] y Villa Reynolds[6]
Provincia de San Juan: San Juan[7];
Provincia de La Rioja: La Rioja[8];
Provincia de Córdoba: Córdoba[9]
Provincia de Buenos Aires: Ezeiza[10]

Chile: Pudahuel[11] y Quintero[12]

1	Latitud 32°50'S	Longitud	68°47'W	Altura	704 m.s.n.m.
2	Latitud 33°05'S	Longitud	68°20'W	Altura	653 m.s.n.m.
3	Latitud 34°35'S	Longitud	68°24'W	Altura	748 m.s.n.m.
4	Latitud 35°50'S	Longitud	68°49'W	Altura	1425 m.s.n.m
5	Latitud 33°16'S	Longitud	66°21'W	Altura	713 m.s.n.m.
6	Latitud 33°44'S	Longitud	65°23'W	Altura	486 m.s.n.m.
7	Latitud 31°34'S	Longitud	68°25'W	Altura	598 m.s.n.m.
8	Latitud 29°23'S	Longitud	66°49'W	Altura	429 m.s.n.m.
9	Latitud 31°19'S	Longitud	64°13'W	Altura	474 m.s.n.m.
10	Latitud 34°49'S	Longitud	58°32'W	Altura	20 m.s.n.m.
11	Latitud 33°27'S	Longitud	70°42'W	Altura	520 m.s.n.m.
12	Latitud 32°47'S	Longitud	71°32'W	Altura	2 m.s.n.m.

- El modelo de pronóstico no cumple con la condición mencionada precedentemente en los períodos donde hay bajas frecuencias de ocurrencia tales como el primero y el cuarto de 6 horas.

- La evaluación del método en el período C121 ha mostrado para algunas combinaciones porcentajes de probabilidad de detección superiores a 65% y una asociación positiva entre el método de predicción y la ocurrencia del evento.

- La evaluación del método en el período C122 muestra una disminución en los porcentajes de la probabilidad de detección manteniéndose una asociación positiva entre el método de predicción y la ocurrencia del evento. La disminución encontrada en los parámetros de evaluación estarían indicando que hay un alto porcentaje de casos de convección que persisten desde el período C121. Otro factor que influye es el alejamiento respecto de la hora de observación, para ello habría que ensayar la metodología con datos más cercanos, lo que implica disponer de las condiciones termodinámicas en la vertical de Mendoza durante las últimas horas de la tarde, con lo cual el pronóstico sería a más corto plazo y por lo tanto más coherente con la escala temporal y espacial del fenómeno de mesoescala.

En cuanto a los interrogantes planteados se puede concluir que:

- Es posible avanzar en el desarrollo de una metodología de pronóstico de ocurrencia de convección que permita mejorar las predicciones para un período de 24 horas utilizando los medios disponibles actualmente ya que:

a) el método propuesto es objetivo, de fácil implementación y no requiere del uso de computadoras de última generación;
b) las variables para nutrir al modelo se obtienen de las observaciones sinópticas de superficie, de altura y de los programas computacionales; estos últimos tampoco necesitan de computadoras de última generación, todo puede estar disponible en cualquier oficina de pronóstico.

- Es posible obtener un pronóstico de convección para diferentes intervalos de tiempo dentro del período que abarca las 24 horas posteriores a la hora de observación 12 UTC, con algunas limitaciones respecto de los períodos en los cuales hay una baja frecuencia de ocurrencia del evento y/o en aquellos que están más alejados de la hora de observación.

- Es posible obtener un pronóstico significativo para tiempos mayores de 24 horas, pudiendo verificarse con los similares valores obtenidos de los porcetajes de acierto para los períodos C48 y C72 con respecto a los de C24, como así también por la asociación positiva entre el modelo y la ocurrencia del evento. Las limitaciones se evidencian por la disminución del Skill-Score, que si bien es mayor que cero no supera el 50%. Esta disminución en la cantidad de casos correctamente clasificados se debe por una parte a situaciones en las que persisten las condiciones inestables durante varios días, y por otra parte al hecho de que las condiciones ambientales utilizadas para el pronóstico se alejan de las condiciones representativas del entorno en el período que se quiere pronosticar. El mejoramiento del pronóstico para estos períodos de tiempo consistiría en ensayar la incorporación de otros predictores que discriminen mejor filtrando los efectos de la persistencia.

- Es posible obtener un pronóstico de ocurrencia de precipitación convectiva para distintos sectores dentro del área de estudio y en el período de 24 horas posteriores a las 12 UTC con limitaciones en el estado actual de las redes de observación. Asimismo, la diferenciación en subzonas no implican una mayor capacidad de discriminación de los predictores respecto al desempeño del método para toda la zona.

A fin de mejorar el método de pronóstico desarrollado se propone en el futuro avanzar en las siguientes direcciones:

- Ampliar la muestra de datos a fin de:

a) estudiar con más detalle la dependencia de la eficiencia del pronóstico respecto de la hora de la observación dada la variabilidad diaria de la ocurrencia del fenómeno

b) obtener nuevas ecuaciones de predicción que abarquen períodos bimensuales o mensuales y que representen mejor las condiciones de los meses de la temporada cálida en los cuales la frecuencia relativa de ocurrencia es menor que la de no ocurrencia

- Utilizar la información meteorológica de estaciones convencionales y de una red de estaciones automáticas a implementarse en el futuro en la zona, a fin de analizar los campos de distintas variables de superficie y su relación con el inicio de la convección. Derivar predictores a incorporar en nuevas ecuaciones de predicción y evaluar la incidencia de esta información en el pronóstico de convección y de precipitación convectiva.

- Incorporar otros predictores derivados de la información actualmente disponible tanto satelital como los productos de los modelos globales y regionales operativos en las centrales de pronóstico. Dependiendo de la operación de radares en la región se podrían implementar metodologías de "nowcasting".

MATILDE NICOLINI

Silvio Simonelli

II.6. Indice Vertical-Total (VT):

El Indice **VT** indica el gradiente entre dos superficies de presión constante, y se calcula como la diferencia entre la temperatura en el nivel de 850 hPa (T_{850}) y la temperatura en el nivel de 500 hPa (T_{500}).

$$\boxed{VT = T_{850} - T_{500}}$$

Usualmente, antes que se desarrolle la actividad convectiva VT = 26, pero VT = 26 no es garantía de que se desarrolle la convección.

En el oeste de los EEUU, donde la mayoría de las tormentas son orográficas o de naturaleza de masa de aire, el índice VT se correlaciona mejor con la actividad convectiva, a mayor VT mayor inestabilidad condicional.

Una "humedad significativa" en los niveles de 700 hPa o 500 hPa es suficiente para iniciar tormentas. Se define "humedad significativa" a una depresión del punto de rocío de 6°C o menos en esos niveles; o a una temperatura de punto de rocío de -17°C o más caliente en 500 hPa, o de 0°C o más caliente en 700 hPa.

El VT se correlaciona con tormentas si hay humedad disponible en niveles medios; algunos sondeos completamente secos registran altos valores de VT pero sin humedad suficiente en algún nivel no pueden desarrollarse tormentas.

II.7 Indice Total-Total (TT):

El Indice Total-Total fue introducido por Miller (1972), se utiliza para identificar potenciales áreas de desarrollo de tormentas y es el resultado de la suma de dos índices convectivos el Cross-Total (CT) y el Vertical-Total (VT).

$$TT = CT + VT$$

TT se calcula con la temperatura del nivel de 850 hPa más la temperatura de punto de rocío del nivel 850 hPa menos dos veces la temperatura del nivel de 500 hPa.

$$TT = T_{850} + Td_{850} - 2T_{500}$$

Los valores del índice TT para convección se muestran en la Tabla II10:

	TT		Actividad Convectiva
	44		Potencial débil
	50		Tormentas moderadas
50	a	55	Tormentas fuertes
	>	55	Tormentas muy fuertes

Tabla II10: Indice TT y actividad convectiva

El Indice TT debe ser usado cuidadosamente pues el índice CT, o la humedad en capas bajas, es posible que den valores altos de TT dado un gradiente de temperatura con un bajo contenido de humedad en capas bajas.

En las Tablas II11 e II12 se muestran los valores de estos índices con respecto a la probabilidad de tormentas al W y E de las Rocallosas.

TT	Probabilidad de tormentas - W Rocallosas
48	Aisladas o algunas
52	Dispersas; algunas de moderada intensidad
55	Dispersas; algunas moderadas; severas aisladas
58	Dispersas moderadas; algunas severas; tornados aislados
61	Aisladas a numerosas moderadas; algunas a aisladas severas, algunos tornados
64	Numerosas moderadas; aisladas severas; tornados aislados

Tabla II11: Indice TT y probabilidad de tormentas al W de las Rocallosas

Rosso, L.C., C.Y. Quinteros, R. de Candurra y S.Q. de Lázaro, 1987: Indices de inestabilidad como predictores de ocurrencia de precipitaciones Anales II Congreso Interamericano de Meteorología V Congreso Argentino de Meteorología. Pag 3.2.1-3.2.4

Ruiz, N. E. y W.M Vargas,1994: Ensayo de pronóstico objetivo de probabilidad de precipitación en Buenos Aires en base a análisis de 500 mb del ECMWF. Meteorológica Vol 19, N° 1 y 2, pag 3-11.

Saluzzi, M. E., 1980: Conditions of ocurrence of severe convective storms lewards of the Andes in Mendoza. National Commission on Space Research, Bs. As., Argentina. Sección III - 4.16 - Pag. 515 - 517.

_____,1983: Aspectos físicos de la convección severa en Mendoza - Tesis de Doctorado - Universidad de Buenos Aires - 115 pag.

_____, J.M Nuñez y L.Perez, 1979: Tramiento de la Información sobre la Actividad Convectiva Atmosférica a los fines del PNLAG. Informe Primeras Experiencias de Ajuste de Defensa. Temporada granicera 1978-1979. Tomo 2. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

_____, J.M Nuñez y L.Perez, 1979: Las grandes nubes convectivas a sotavento de los Andes, sus características y su comportamiento. Geoacta, Vol 9, N°1, pag. 35-45

Schaefer, J.T., 1986: Sever Thunderstorm Forecasting. A historical perspective. Weather and Forecasting, Vol.1, pag. 164 a 189.

_____, 1990: The Critical Success Index as an Indicator of Warning Skill. Weather and Forecasting, Vol.5, Nro. 4 - pag. 570-575.

Schwarzkopf, M. L.A., 1977 a la fecha: Estudio de los tornados en la República Argentina.

_____, 1989: Climatología de los efectos de la convección severa en la Argentina. Tesis de Doctorado - Universidad de Buenos Aires.

Seluchi, M. E.,1993: Estudio del comportamiento de los sistemas sinópticos migratorios en Argentina. Tesis de Doctorado Univ. de Buenos Aires.

_____y F. A. Norte, 1994: Métodos objetivos de pronóstico de heladas en Mendoza. Parte III: Heladas tardías en San Rafael, incluyendo información de la estructura vertical y horizontal de la atmósfera. Meteorológica, Vol 19, Nros 1 y 2, pag 13-21.

Showalter, A. K., 1953: A stability index for thunderstorm forecasting. Bulletin of the American Meteorological Society, 34, pag. 250-252.

Simonelli, S. C.; J. M Gardiol y E. Piacentini, 1987: Análisis espectral de la relación entre la componente meridional del viento y la depresión del punto de rocío. Geoacta, Vol. 14, Nro. 1, pag 187-198.

Velasco, I., 1994: Complejos convectivos de mesoescala en Sud-América. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. 102 pag.

Wilson, J. W and C. K. Mueller, 1993: Nowcast of thunderstorm initiation and evolution. Weather and Forecasting, Vol.8, N°1, pag. 113 a 131.

_____, N.A. Crook, C. K. Mueller, J. Sun and M. Dixon, 1998: Nowcasting Thunderstorms: A status report Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 79, N° 10, October1998, pag. 2079-2099.

Nuñez, M. N., 1977: Consideraciones sobre la utilización de un modelo unidimensional de convección atmosférica con fines hidrometeorológicos. Informe técnico N°9. INCYTH, 40 pág.

A mis padres

y también a todos los que me acompañaron a lo largo de este camino

me brindaron apoyo, soporte y me alentaron a seguir adelante

y el agradecimiento de las Instituciones que me facilitaron los elementos para poder concretar este Trabajo de Tesis

INDICE

	Indice general	i
	Indice de Tablas y Figuras	iv
	Abreviaturas utilizadas	vii
	Resumen	
	Abstract	
	Capítulo 1	
	Antecedentes y caracterización de la región	
1.1	Consideraciones generales y antecedentes	1
1.2	Características geográficas y climáticas de la región	5
1.3	Características de la convección severa en Mendoza.	8
1.4	Antecedentes relativos al pronóstico de convección en la zona	10
1.5	Problemática local en el enfoque del pronóstico de convección	12
1.6	Objetivos	13
	Capítulo 2:	
	Datos y metodología	
2.1	Distintos antecedentes a considerar en la búsqueda de predictores de ocurrencia de la convección	15
2.2	Datos utilizados	20
2.3	Metodología	23
2.3.1	Breve explicación de la metodología utilizada	23
2.3.2	Definición de las categorías de discriminación	25
2.3.3	Variables y parámetros seleccionados como posibles predictores	31
	Capítulo 3:	
	Escala temporal - Matrices de clasificación y predictores	34
3.1	Primer período de 24 horas	35
3.2	Períodos de 12 horas	36

3.2.2	Segundo período	36
3.3	Períodos de 6 horas	37
3.3.1	Primer período	37
3.3.2	Segundo período	38
3.3.3	Tercer período	39
3.3.4	Cuarto período	39
3.4	Segundo período de 24 horas	40
3.5	Tercer período de 24 horas	41
	Anexo C3	42
	Capítulo4:	
	Escala espacial - Matrices de clasificación y predictores	55
4.1	Toda la zona	55
4.2	Subzonas Oeste-Este	56
4.3	Subzonas Norte-Sur	57
4.4	Subzona Noroeste Noreste Sudoeste Sudeste	59
	Anexo C4	61
	Capítulo 5:	
	Verificación del modelo estadístico de pronóstico	75
5A.1	Primera etapa de la verificación	76
5A.1.1	Escala temporal	76
5A.1.2	Escala espacial	78
5A.1.2.1	Toda la zona	78
5A.1.2.2	Subzonas	79
5B.2	Segunda etapa de la verificación en la escala temporal	81
5B.2.1.1	Primer período de 24 horas	81
5B.2.1.2	Primer período de 12 horas	83
5B.2.1.3	Segundo período de 12 horas	84
5B.2.1.4.	Primer período de 6 horas	85
5B.2.1.5	Segundo período de 6 horas	86
5B.2.1.6	Tercer período de 6 horas	87
5B.2.1.7	Cuarto período de 6 horas	88

5B.2.1.8	Segundo período de 24 horas	90
5B.2.1.9	Tercer período de 24 horas	91
5B.3	Segunda etapa de la verificación en la escala espacial	92
5B.3.1	Toda la zona	92
5B.3.2.	Subzonas	93
	Anexo A - C5	95
	Anexo B - C5	107
	Conclusiones	118
	Apéndices:	
PC	Programas computacionales	123
II	Indices de inestabilidad	127
AD	Análisis discriminante	137
ME	Métodos de evaluación	143
	Bibliografía	150

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Capítulo 1:	**Antecedentes y caracterización de la región**	
Figura 1.2.1	Ubicación geográfica de la provicia de Mendoza	5
Figura 12.2	Esquema ilustrativo de la orografía de la región	6
Tabla 1.2.1	Clasificación climática de las estaciones meteorológias utilizadas	7
Capítulo 2	**Datos y metodología**	
Figura 2.1	Ubicación geográfica de estaciones meteorológicas	22
Figura 2.3.2.1	Frecuencia relativa de ocurrencia de convección escala temporal	26
Figura 2.3.2.2	Delimitación del área de estudio y localización de puestos de registro de precipitación	28
Figura 2.3.2.3	Frecuecia relativa de ocurrencia de precipitación convectiva escala espacial	29
Capítulo 3	**Escala temporal - Matrices de clasificación y predictores**	
Anexo C3		
Tabla 3.1.1	Matrices clasificación casos individuales período C24	42
Tabla 3.1.2	Matrices clasificación combinaciones periodo C24	42
Tabla 3.1.3	Predictores casos individuales y combinaciones C24	43
Tabla 3.2.1	Matrices clasificación casos individuales período C121	43
Tabla 3.2.2	Matrices clasificación combinaciones período C121	43
Tabla 3.2.3	Predictores casos individuales y combinaciones C121	44
Tabla 3.2.4	Matrices clasificación casos individuales período C122	44
Tabla 3.2.5	Matrices clasificación combinaciones período C122	45
Tabla 3.2.6	Predictores casos individuales y combinaciones C122	45
Tabla 3.3.1	Matrices clasificación casos individuales período C61	46
Tabla 3.3.2	Matrices clasificación combinaciones período C61	46
Tabla 3.3.3	Predictores casos individuales y combinaciones C61	47
Tabla 3.3.4	Matrices clasificación casos individuales período C62	47
Tabla 3.3.5	Matrices clasificación combinaciones período C62	47
Tabla 3.3.6	Predictores casos individuales y combinaciones C62	48
Tabla 3.3.7	Matrices clasificación casos individuales período C63	48
Tabla 3.3.8	Matrices clasificación combinaciones período C63	49
Tabla 3.3.9	Predictores casos individuales y combinaciones C63	49
Tabla 3.3.10	Matrices clasificación casos individuales período C64	50
Tabla 3.3.11	Matrices clasificación combinaciones período C64	50
Tabla 3.3.12	Predictores casos individuales y combinaciones C64	51
Tabla 3.4.1	Matrices clasificación casos individuales período C48	51
Tabla 3.4.2	Matrices clasificación combinaciones período C48	51
Tabla 3.4.3	Predictores casos individuales y combinaciones C48	52
Tabla 3.5.1	Matrices clasificación casos individuales período C72	53
Tabla 3.5.2	Matrices clasificación combinaciones período C72	53
Tabla 3.5.3	Predictores casos individuales y combinaciones C72	54
Capítulo 4:	**Escala espacial - Matrices de clasificación y predictores**	
Anexo C4		
Tabla 4.1.1	Matrices clasificación casos individuales toda la Zona	61
Tabla 4.1.2	Matrices clasificación combinaciones toda la Zona	61
Tabla 4.1.3	Predictores casos individuales y combinaciones toda la Zona	62
Tabla 4.2.1	Matrices clasificación casos individuales subzona Oeste	62
Tabla 4.2.2	Matrices clasificación combinaciones subzona Oeste	63
Tabla 4.2.3	Predictores casos individuales y combinaciones subzona Oeste	63
Tabla 4.2.4	Matrices clasificación casos individuales subzona Este	64
Tabla 4.2.5	Matrices clasificación combinaciones subzona Este	64
Tabla 4.2.6	Predictores casos individuales y combinaciones subzona Este	65
Tabla 4.3.1	Matrices clasificación casos individuales subzona Norte	65
Tabla 4.3.2	Matrices clasificación combinaciones subzona Norte	66
Tabla 4.3.3	Predictores casos individuales y combinaciones subzona Norte	66
Tabla 4.3.4	Matrices clasificación casos individuales subzona Sur	67
Tabla 4.3.5	Matrices clasificación las combinaciones subzona Sur	67

Tabla 4.3.6	Predictores casos individuales y combinaciones subzona Sur	68
Tabla 4.4.1	Matrices clasificación casos individuales subzonas NorOeste	68
Tabla 4.4.2	Matrices clasificación combinaciones subzona NorOeste	69
Tabla 4.4.3	Predictores casos individuales y combinaciones subzona NO	69
Tabla 4.4.4	Matrices clasificación casos individuales subzonas NorEste	70
Tabla 4.4.5	Matrices clasificación combinaciones subzonas NorEste	70
Tabla 4.4.6	Predictores casos individuales y combinaciones subzona NE	71
Tabla 4.4.7	Matrices clasificación casos individuales SudOeste	71
Tabla 4.4.8	Matrices clasificación combinaciones subzona SudOeste	72
Tabla 4.4.9	Predictores casos individuales y combinaciones subzona SO	72
Tabla 4.4.10	Matrices clasificación casos individuales subzona SudEste	73
Tabla 4.4.11	Matrices de clasificación combinaciones subzona SudEste	73
Tabla 4.4.12	Predictores casos individuales y combinaciones subzona SE	74
Capítulo 5:	**Verificación del modelo estadístico de pronóstico**	
5A	**Primera parte de la verificación**	
Tabla 5A.1	Parámetros evaluación del modelo en el período C24	76
Tabla 5A.2	Parámetros evaluación del modelo en toda la Zona	78
Tabla 5A.3	Parámetros evaluación del modelo en las subzonas O-E	79
Tabla 5A.4	Parámetros evaluación del modelo en las subzonas N-S	80
Tabla 5A.5	Parámetros evaluación modelo subzonas NO-NE-SO-SE	80
5.B	**Segunda parte de la verificación**	
5.B.1	**Escala temporal**	
Figura 5B.1	Distribución porcentajes de probabilidad período C24	81
Tabla 5B.1	Parámetros evaluación del pronóstico período C24	82
Figura 5B.2	Distribución porcentajes de probabilidad período C121	83
Tabla 5B.2	Parámetros evaluación del pronóstico período C121	83
Figura 5B.3	Distribución porcentajes de probabilidad período C122	84
Tabla 5B.3	Parámetros evaluación del pronóstico período C122	85
Figura 5B.4	Distribución porcentajes de probabilidad período C61	85
Tabla 5B.4	Parámetros evaluación del pronóstico período C61	86
Figura 5B.5	Distribución porcentajes de probabilidad período C62	87
Tabla 5B.5	Parámetros evaluación del pronóstico período C62	87
Figura 5B.6	Distribución porcentajes de probabilidad período C63	88
Tabla 5B.6	Parámetros evaluación del pronóstico período C63	88
Figura 5B.7	Distribución porcentajes de probabilidad período C64	89
Tabla 5B.7	Parámetros evaluación del pronóstico período C64	89
Figura 5B.8	Distribución porcentajes de probabilidad período C48	90
Tabla 5B.8	Parámetros evaluación del pronóstico período C48	90
Figura 5B.9	Distribución porcentajes de probabilidad período C72	91
Tabla 5B.9	Parámetros evaluación del pronóstico período C72	91
5B.2	**Escala espacial**	
Figura 5B.10	Distribución porcentajes de probabilidad para toda la zona	92
Tabla 5B.10	Parámetros evaluación del pronóstico toda la zona	92
Tabla 5B.11	Parámetros evaluación del pronóstico subzona O-E	93
Tabla 5B.12	Parámetros evaluación del pronóstico subzona N-S	93
Tabla 5B.13	Parámetros evaluación del pronóstico subzona NO-NE-SO-SE	94
Anexo AC5		
Tabla AC51.1	Tablas contingencia y parámetros evaluación C24 individuales	95
Tabla AC51.2	Idem combinaciones	95
Tabla AC51.3	Tablas contingencia y parámetros evaluación C121 individuales	96
Tabla AC51.4	Idem combinaciones	96
Tabla AC51.5	Tablas contingencia y parámetros evaluación C121 individuales	97
Tabla AC51.6	Idem combinaciones	97
Tabla AC51.7	Tablas contingencia y parámetros evaluación C61 individuales	98
Tabla AC51.8	Idem combinaciones	99
Tabla AC51.9	Tablas contingencia y parámetros evaluación C62 individuales	99
Tabla AC51.10	Idem combinaciones	100
Tabla AC51.11	Tablas contingencia y parámetros evaluación C63 individuales	100
Tabla AC51.12	Idem combinaciones	101
Tabla AC51.13	Tablas contingencia y parámetros evaluación C64 individuales	101
Tabla AC51.14	Idem combinaciones	102
Tabla AC51.15	Tablas contingencia y parámetros evaluación C48 individuales	103

Tabla AC51.16	Idem combinaciones	103
Tabla AC51.17	Tablas contingencia y parámetros evaluación C72 individuales	104
Tabla AC51.18	Idem combinaciones	104
Tabla AC52.1	Tablas contingencia y parámetros evaluación Zona individuales	105
Tabla AC52.2	Idem combinaciones	105
Anexo BC5		
Tabla BC51.1	Tablas contingencia, parámetros evaluación C24 combinaciones	107
Tabla BC51.2	Tab. contingencia, parámetros evaluación C121 combinaciones	108
Tabla BC51.3	Tablas contingencia, parámetros evaluación C122 combinaciones	108
Tabla BC51.4	Tablas contingencia, parámetros evaluación C61 combinaciones	109
Tabla BC51.5	Tablas contingencia, parámetros evaluación C62 combinaciones	110
Tabla BC51.6	Tablas contingencia, parámetros evaluación C63 combinaciones	111
Tabla BC51.7	Tablas contingencia, parámetros evaluación C64 combinaciones	111
Tabla BC51.8	Tablas contingencia, parámetros evaluación C48 combinaciones	112
Tabla BC51.9	Tablas contingencia, parámetros evaluación C72 combinaciones	113
Tabla BC52.1	Tablas contingencia, parámetros evaluación Zona combinaciones	114
Tabla BC52.2	Tablas contingencia, parámetros evaluación Oeste combinaciones	114
Tabla BC52.3	Tablas contingencia, parámetros evaluación Este combinaciones	115
Tabla BC52.4	Tablas contingencia, parámetros evaluación Norte combinaciones	115
Tabla BC52.5	Tablas contingencia, parámetros evaluación Sur combinaciones	116
Tabla BC52.6	Tab. contingencia, parametros evaluación noroeste combinaciones	116
Tabla BC52.6	Tab. contingencia, parámetros evaluación noreste combinaciones	116
Tabla BC52.6	Tab.contingencia, parámetros evaluación sudoeste combinaciones	117
Tabla BC52.6	Tab.contingencia, parámetros evaluación sudeste combinaciones	117
Apéndice PC	**Programas computacionales**	
	Análisis termodinámico de la atmósfera	
Tabla PC1	Variables observadas y calculadas en niveles sigfinicativos	123
Tabla PC2	Variables calculadas en niveles standard	124
Tabla PC3	Parámetros calculados	124
	Análisis de la cortante vertical y la hodógrafa del viento	
Tabla PC4	Sondeo inicial	125
Tabla PC5	Sondeo interpolado	125
Tabla PC6	Vientos y cortantes sin interpolar	125
Tabla PC7	Vientos y cortantes	126
Tabla PC8	Advección de temperatura	126
Apéndice II	**Indices de inestabilidad**	
Tabla II1	Valores del Indice Fawbush y Miller e inestabilidad	128
Tabla II2	Indice K y probabilidad de tormentas	129
Tabla II3	Indice K y porcentajes de probabilidad de tormentas	129
Tabla II4	Indice K para montaña y llano y probabilidad de tormentas	130
Tabla II5	Indice Showalter, inestabilidad y probabilidad de tormentas	130
Tabla II6	Indice Showalter y probabilidad de tormentas	131
Tabla II7	Indice Lifted e inestabilidad	131
Tabla II8	Valores críticos Indice Lifted- inestabilidad probabilidad tormentas	132
Tabla II9	Indice Vertical Total y actividad convectiva	133
Tabla II10	Indice Total Total y actividad convectiva	134
Tabla II11	Indice Total Total-probabilidad de tormentas al W de las Rocallosas	134
Tabla II12	Indice Total Total- probabilidad de tormentas al E de las Rocallosas	135
Tabla II13	Indice SWEAT y tipo de tormentas	136
Apéndice AD	**Análisis discriminante multivariado**	
Tabla AD1	Matriz de clasificación	142
Apéndice ME	**Métodos de evaluación**	
Tabla ME1	Tabla de contingencia de pronósticos probabilísticos	143
Tabla ME2	Tabla de contingencia de pronósticos dicotómicos	145
Tabla ME3	Combinación de los elementos de la tabla de contingencia	145
Tabla ME4	Coeficientes para la evaluación	145
Tabla ME5	Tabla de contingencia para pronósticos de iniciación de tormentas	147
Tabla ME6	Tabla de contingencia para pronósticos policotómicos	

ABREVIATURAS UTILIZADAS

AD1500	advección de temperatura en la capa 1500/2000 mgp
AD3000	advección de temperatura en la capa 3000/3500 mgp
AD4500	advección de temperatura en la capa 4500/5000 mgp
AD6000	advección de temperatura en la capa 5500/6000 mgp
ADE	análisis discriminante escalonado
ADSFC	advección de temperatura en la capa 704/1000 mgp
AGUA	cantidad de agua precipitable
C121	convección primer período de 12 horas posteriores a las 12 UTC
C122	convección en las 12 horas posteriores al intervalo de C121
C1500	módulo cortante vertical del viento en el espesor sfc/1500 mgp
C24	convección en intervalo de 24 horas posteriores a las 12 UTC
C3000	módulo cortante vertical del viento en el espesor sfc/3000 mgp
C4500	módulo cortante vertical del viento en el espesor sfc/4500 mgp
C48	convección en las 24 horas posteriores al intervalo de C24
C6000	módulo cortante vertical del viento en el espesor sfc/6000 mgp
C61	convección un intervalo de 6 horas posteriores a las 12 UTC
C62	convección en las 6 horas posteriores al intervalo de C61
C63	convección en las 6 horas posteriores al intervalo de C62
C64	convección en las 6 horas posteriores al intervalo de C63
C72	convección en las 24 horas posteriores al intervalo de C48
CAPE	energía potencial convectiva disponible
CBA	presión en el nivel de superficie en Córdoba
CM100	módulo cortante vertical media en la capa de los primeros 100 hPa
CMAX1	módulo de la primera cortante vertical del viento máxima
CMAX2	módulo de la segunda cortante vertical del viento máxima
CSFC	módulo de la cortante vertical del viento en superficie
CT	índice Cross Total
CHMN1	altura de la base de la capa de la primera cortante máxima
CHMN2	altura de la base de la capa de la segunda cortante máxima
CHMX1	altura del tope de la capa de la primera cortante máxima
CHMX2	altura del tope de la capa de la primera cortante máxima
DCBA	diferecia de presión Mendoza-Córdoba
DD400	dirección del viento en el nivel de 400 hPa Quintero 00 UTC
DD412	dirección del viento en el nivel de 500 hPa Quintero 12 UTC
DD500	dirección del viento en el nivel de 500 hPa Quintero 00 UTC
DD512	dirección del viento en el nivel de 500 hPa Quintero 12 UTC
DDSMA	direción del viento en superficie en San Martín
DDTER	dirección del viento térmico
DEZE	diferecia de presión Mendoza-Ezeiza

DJUA	diferecia de presión Mendoza-San Juan
DLAR	diferecia de presión Mendoza-La Rioja
DMLG	diferecia de presión Mendoza-Malargüe
DNOA	depresión del noroeste argentino
DPUD	diferecia de presión Mendoza-Pudahuel
DRYD	diferecia de presión Mendoza-Villa Reynolds
DSMA	diferecia de presión Mendoza-San Martín
DSRA	diferecia de presión Mendoza-San Rafael
DT850	depresión del punto de rocío en el nivel de 850 hPa
DUIS	diferecia de presión Mendoza-San Luis
ESPES	espesor de la capa 1000/500 hPa
EZE	presión en el nivel de superficie en Ezeiza
FF400	intensidad del viento en el nivel de 400 hPa Quintero 00 UTC
FF412	intensidad del viento en el nivel de 500 hPa Quintero 12 UTC
FF500	intensidad del viento en el nivel de 500 hPa Quintero 00 UTC
FF512	intensidad del viento en el nivel de 500 hPa Quintero 12 UTC
FFSMA	intensidad del viento en superficie en San Martín
FFTER	intensidad del viento térmico
FI1500	dirección del viento en el nivel de 1500 mgp
FI3000	dirección del viento en el nivel de 3000 mgp
FI4500	dirección del viento en el nivel de 1500 mgp
FI6000	dirección del viento en el nivel de 1500 mgp
FISFC	dirección del viento en el nivel de superficie
FM	indice Fawbush y Miller
HH400	altura geopotencial del nivel de 400 hPa Quintero 00 UTC
HH412	altura geopotencial del nivel de 400 hPa Quintero 12 UTC
HH500	altura geopotencial del nivel de 500 hPa Quintero 00 UTC
HH512	altura geopotencial del nivel de 500 hPa Quintero 12 UTC
IDI	indices de inestabilidad
JUA	presión en el nivel de superficie en San Juan
K	indice K de Whitting
LAR	presión en el nivel de superficie en La Rioja
LI	indice Lifted
MDE	métodos de evaluación
MLG	presión en el nivel de superficie en Malargü e
MSNM	metros sobre el nivel del mar
PAREA	presión en el nivel de equilibrio
PC	programas computacionales
PCERO	nivel de presión de la isoterma de cero grado
PEMAG	Primeras Experiencias de Modificación Artificial de Ganizadas
PNCA	presión en el nivel de condensación por ascenso en Mendoza

PNCC	presión en el nivel de condensación por convección
PNLAG	Programa Nacional de Lucha Antigranizo
PSFC	presión en el nivel de superficie en Mendoza
PUD	presión en el nivel de superficie en Pudahuel
RYD	presión en el nivel de superficie en Villa Reynolds
SH	indice Showalter
SMA	presión en el nivel de superficie en San Martín
SRA	presión en el nivel de superficie en San Rafael
SWEAT	indice Sweat
T500	temperatura en el nivel de 500 hPa
TAREA	temperatura en el nivel de equilibrio
TCRIT	temperatura critica
TD400	temperatura de punto de rocío, nivel 400 hPa Quintero 00 UTC
TD412	temperatura de punto de rocío, nivel 400 hPa Quintero 12 UTC
TD500	temperatura de punto de rocío, nivel 500 hPa Quintero 00 UTC
TD512	temperatura de punto de rocío, nivel 500 hPa Quintero 12 UTC
TI850	temperatura potencial equivalente de 850 hPa
TNCA	temperatura en el nivel de condensación por ascenso
TNCC	temperatura en el nivel de condensación por convección
TT	indice Total Total
TT400	temperatura en el nivel de 400 hPa Quintero 00 UTC
TT412	temperatura en el nivel de 400 hPa Quintero 12 UTC
TT500	temperatura en el nivel de 500 hPa Quintero 00 UTC
TT512	temperatura en el nivel de 500 hPa Quintero 12 UTC
UIS	presión en el nivel de superficie en San Luis
UTC	Tiempo Universal Coordinado (Universal Time Coordinate)
V*DFIDZ15	giro del viento en el espersor entre superficie y 1500 mgp
V*DFIDZ30	giro del viento en el espersor entre superficie y 3000 mgp
V*DFIDZ45	giro del viento en el espersor entre superficie y 4500 mgp
V*DFIDZ60	giro del viento en el espersor entre superficie y 6000 mgp
V*DFIDZSFC	giro del viento en el nivel de superficie
V1500	viento total en el nivel de 1500 mgp
V3000	viento total en el nivel de 3000 mgp
V4500	viento total en el nivel de 4500 mgp
V6000	viento total en el nivel de 6000 mgp
VM100	viento total medio en la capa de mezcla de los primeros 100 hPa
VSFC	viento total en el nivel de superficie
VT	indice Vertical Total

RESUMEN

En la provincia de Mendoza los fenómenos meteorológicos de mesoescala ocupan un lugar de importancia; entre ellos la convección adquiere características particulares y produce una gran variedad de fenómenos de tiempo que pueden considerarse "severos" y que representan un riesgo económico y social.

La zona norte de Mendoza es singular en cuanto al inicio, desarrollo y evolución de la convección, dada su ubicación geográfica a sotavento de la Cordillera de los Andes y de la Precordillera, las que modifican el flujo de aire en forma muy compleja, y afectan la circulación de aire del oeste en la mayor parte de su extensión vertical.

El período de ocurrencia de los desarrollos convectivos comprende la temporada cálida y están asociados a pasajes frontales, inestabilidad de masa de aire o al enfriamiento en niveles medios de la atmósfera.

Las técnicas estadísticas avanzadas permiten separar de una muestra eventos convectivos y no convectivos, y finalmente obtener un porcentaje de probabilidad de ocurrencia de convección. Ello hace posible aplicar el análisis discriminante escalonado que elige los mejores predictores de una serie seleccionada a partir de la información meteorológica de superficie y de altura.

Los mejores predictores de la ocurrencia de convección en la escala temporal y de precipitación convectiva en la escala espacial, resultaron índices de inestabilidad que involucran en su cálculo el contenido de humedad en capas bajas. Este resultado confirma la incidencia de las condiciones termodinámicas, y en particular la relación entre el aporte de humedad y el desarrollo de la convección.

La evaluación del modelo muestra la asociación positiva entre los pronósticos y la ocurrencia del evento; observándose para los períodos de pronóstico que se encuentran más próximos a la hora de la observación altos porcentajes en la probabilidad de detección y bajos porcentajes de falsas alarmas, siendo ésta la condición necesaria para un buen pronóstico.

Si bien para los períodos más alejados de la hora de observación la probabilidad de detección disminuye y aumentan los porcentajes de falsas alarmas, se mantiene la asociación positiva entre los pronósticos y la ocurrencia de los eventos.

El modelo de pronóstico de ocurrencia de convección y de precipitación convectiva obtenido para la zona norte de la provincia de Mendoza desarrollado en este Trabajo de Tesis representa un avance respecto a la metodología actual de pronóstico de convección al proveer una nueva herramienta de fácil uso computacional que sintetiza la información meteorológica disponible y aplica una metodología estadística de evaluación de los pronósticos de convección en la región.

Palabras clave:
Convección, precipitación convectiva, análisis discriminante, pronóstico objetivo, norte de Mendoza.

ABSTRACT

Mesoscale phenomena are relevant in the province of Mendoza, Argentina. Among them, severe weather related to convection represents a major economical and social hazard and has been addressed in the past by different hail suppression programs.

This region has singular characteristics in regards to initiation, development and evolution of convection owing to its location leeward of the abrupt Andes range and of the Precordillera. These topographical features modify the airflow in a complex way and affect the westerlies in a deep tropospheric layer.

The period of storm occurrence extends from October to March, although during some years the first storm events happen in September and the last ones in April. These events are related to frontal systems, air mass instability or cooling at middle levels.

The use of a statistical technique, like the stepwise discriminant analysis, has permitted to separate convective and non-convective events from the sample, and to finally obtain a probability of convection occurrence from surface and upper air soundings data sets.

The importance of thermodinamical conditions are stressed by the selection of instability indexes that include low-level relative humidity in their definition as the best predictors both for convection ocurrence in the time scale and for convective precipitation in the spatial scale.

Model validation shows a positive association between predicted and observed occurrence with high probability of detection and low false alarm ratio during forecast periods closer to the observational time.

The forecast model developed in this Tesis for the northern zone of Mendoza province represents an improvement respect to current operative routine and provides a statistical methodology to evaluate the forecast in the region.

Key words:
Convection, convective precipitation, discriminant analysis, objective forecast, northern Mendoza.

CAPITULO 1

1.1. CONSIDERACIONES GENERALES Y ANTECEDENTES

Desde los primeros estudios observacionales realizados a partir del Thunderstorm Project Experiment (Byers y Braham, 1949), la investigación y el pronóstico de la convección profunda ha avanzado en algunas regiones del mundo debido a la instalación de redes de observación en el marco de experimentos específicos. En estas redes se incorporaron sistemas de observación, como por ejemplo radares, con una distribución adecuada que permitiera el estudio de la estructura y el desplazamiento de las celdas de tormenta, características que no son factibles de determinar a través de las redes de observación sinóptica convencionales; entre otros se señalan el South Park Area Cumulus Experiment (SPACE 77 - Banta, 1984 y 1986); Cooperative Convective Precipitation Experimet (CCOPE 1981 - Knight, 1982); Microburst Severe Thunderstorms (COHMEX, 1986) y National Severe Storms Laboratory Spring Programs (NSSL - Houze et al, 1990).

El estudio de los procesos convectivos es muy complejo por el amplio rango de escalas involucradas, que va desde la escala de los procesos microfísicos a la escala de los sistemas convectivos organizados. En particular la convección profunda aislada en sistemas unicelulares o multicelulares ha sido incluida en la escala mesogama de acuerdo a una clasificación empírica (Orlanski, 1975), y en forma más general en la mesoescala de acuerdo a una clasificación dinámica (Emanuel, 1994).

El elevado costo de instalación y de mantenimiento de sistemas y redes de observación, que resuelvan los sistemas convectivos, ha motivado la utilización y el avance en el desarrollo de modelos numéricos que simulan con cierto grado de aproximación los procesos que gobiernan la convección (Cotton y Anthes, 1989; Houze, 1993; Emanuel 1994).

Brooks et al. (1992) arribaron a un criterio que permite diferenciar entre una simulación y una predicción exitosa para un evento convectivo. Una

simulación se considera exitosa si es capaz de reproducir cualitativamente el evento real, mientras que una predicción exitosa requiere una exactitud cuantitativa en tiempo y espacio. Siguiendo este concepto los modelos numéricos convectivos, en su estado actual de avance, son capaces de simular un cierto rango del espectro de fenómenos convectivos, en particular las llamadas superceldas, y de proveer guías para el pronóstico y los sistemas de alerta. Continúa siendo un tema de discusión si los mismos modelos son capaces de pronosticar estos fenómenos.

De acuerdo a Wilson et al. (1998) los esfuerzos actuales y en el futuro próximo, en el tema del "nowcasting" de tormentas convectivas, están dirigidos a la asimilación de datos de radar, satélite y de redes de alta densidad en los modelos numéricos usados en tiempo real. En las décadas de los 60 y 70 las técnicas utilizadas en el pronóstico de tormentas, para un período de tiempo muy corto, se basaban esencialmente en la extrapolación de los ecos de radar.

Existen en la literatura distintos trabajos de revisión histórica de las "técnicas de pronóstico de la convección severa". Schafer (1986), presenta una perspectiva de los métodos desarrollados hasta mediados de la década del 80 e incluye trabajos pioneros en el tema como los de Fawbush y Miller (1953), y Foster y Bates (1956).

Posteriormente, Doswell III (1991) y Johns y Doswell III (1992), revisaron el estado de las técnicas en uso en el Centro Nacional de Pronóstico de Tormentas Severas en Estados Unidos. Esas técnicas tienden a determinar el potencial desarrollo de vientos fuertes y tornados recurriendo al uso de productos de distintos modelos numéricos, como el modelo de área limitada de alta resolución (modelo LFM), utilizando también los perfiles verticales de temperatura obtenidos de los satélites meteorológicos de órbita polar. Estos autores desarrollaron programas interactivos en base a datos de temperatura y viento en la vertical e incorporaron nuevos índices de estabilidad a los tradicionales; asimismo se posibilita la modificación del sondeo al extrapolar las variaciones espaciales y temporales, calculadas a partir de la información disponible de redes de observación de superficie sinópticas y subsinópticas. Paralelamente se discute en estos trabajos la implicancia de la asimilación en forma operativa de nuevas fuentes de datos tales como perfiladores de viento

y de radares Doppler; Wilson y Mueller (1993) destacan la utilidad de éstos últimos para el "nowcasting".

El rápido avance en lo últimos años en el conocimiento de los procesos y parámetros asociados con las tormentas locales severas surge como resultado de los estudios observacionales y de las simulaciones con modelos numéricos. Las nuevas fuentes de datos provenientes de las observaciones, como así también las nuevas técnicas de pronóstico y los productos de los modelos proveen gran cantidad de información que el pronosticador deberá elegir y analizar exhaustiva y cuidadosamente.

En nuestro país el problema de la convección severa fue estudiado en distintas escalas y aplicando diferentes metodologías, en forma discontinua y no sistemática. En los mismos se incluyeron el uso de radares (Grandoso et al., 1959 a 1966; Saluzzi y Nuñez, 1978 a 1982), las imágenes satelitales (Velasco, 1994; Torres y Nicolini, 1999), la información sinóptica de superficie y de altura (Lichtenstein y Schwarzkopf, 1970 a y b). En otras investigaciones no sólo se estudió el origen y desarrollo de la actividad convectiva severa en Argentina, sino que se la relacionó con el riesgo que implica y los daños que ocasiona (Schwarzkopf, 1977 a la fecha, a y b; Nicolini y Torres Brizuela, 1998).

Un avance importante en la investigación lo constituye la simulación numérica de situaciones asociadas a eventos convectivos tanto con modelos regionales como con modelos de nube (Nicolini y Collini, 1993; Saulo y Nicolini, 1996, 1997, 1998; Nicolini et al., 1997). Los modelos regionales incluyen una parametrización simple de la convección y simulan y/o pronostican las componentes horizontales del viento, la temperatura, la presión en superficie y la humedad específica, permitiendo diagnosticar los campos de precipitación. En la escala convectiva existen antecedentes de aplicación de modelos convectivos unidimensionales (Ghidella y Salluzi, 1980) y bidimensional no hidrostático a casos reales de tormentas (Nicolini y Torres Brizuela, 1999), ambos modelos incluyen una microfísica detallada de las fases sólida y líquida.

El uso operativo de modelos de nube en nuestro país se implementó dentro del marco del Programa Nacional de Lucha Antigranizo en la provincia

de Mendoza, tomando como punto de partida un modelo numérico unidimensional y estacionario (Hirsch, 1971). Este modelo fue modificado en el tratamiento de la termodinámica y adaptado a la región, obteniéndose una nueva versión que ha sido extensamente utilizada con fines operativos durante las experiencias de lucha antigranizo a partir de 1979 (Ghidella y Saluzzi, 1979 y 1980). Estos son los únicos antecedentes en el uso de modelos para el pronóstico de la convección en la región.

1.2. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y CLIMATICAS DE LA REGION:

La provincia de Mendoza pertenece geográficamente al centro oeste de la República Argentina, encontrándose aproximadamente entre los paralelos de 32°S y 37°S y los meridianos de 67°W y 70°W.

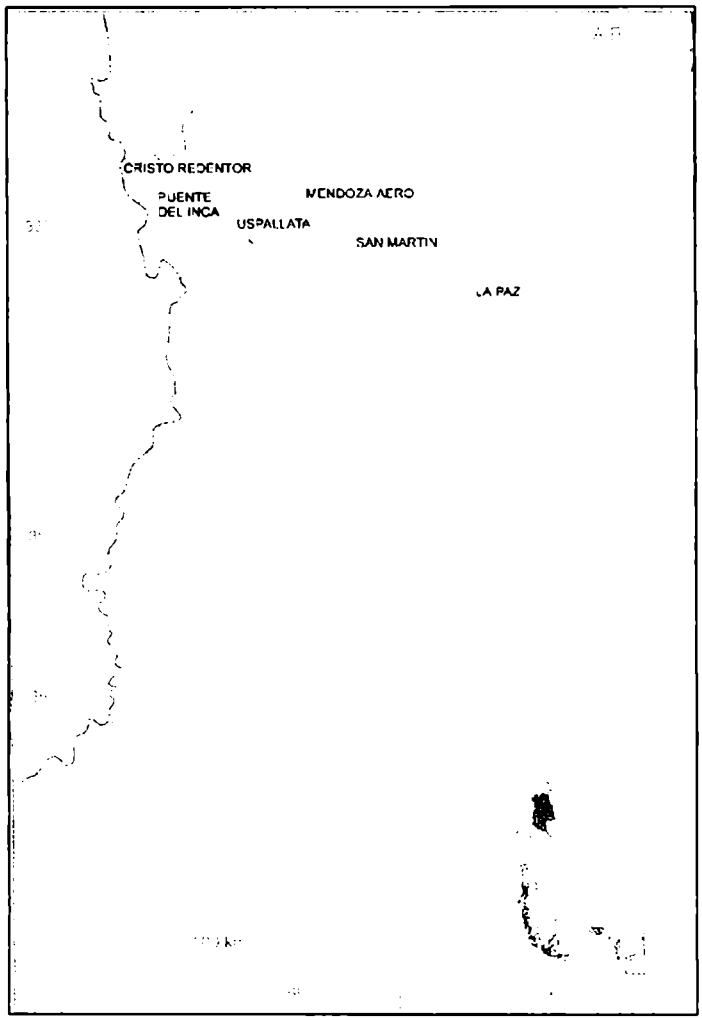

Figura 1.2.1: Ubicación geográfica de la provincia de Mendoza

En la Figura 1.2.1 se muestra la ubicación geográfica de la provincia de Mendoza, se señalan algunas localidades importantes de la zona norte, y sus límites provinciales e internacionales. Las provincias de San Juan, San Luis,

La Pampa y Neuquén la limitan al norte, este y sur, respectivamente y Chile al oeste.

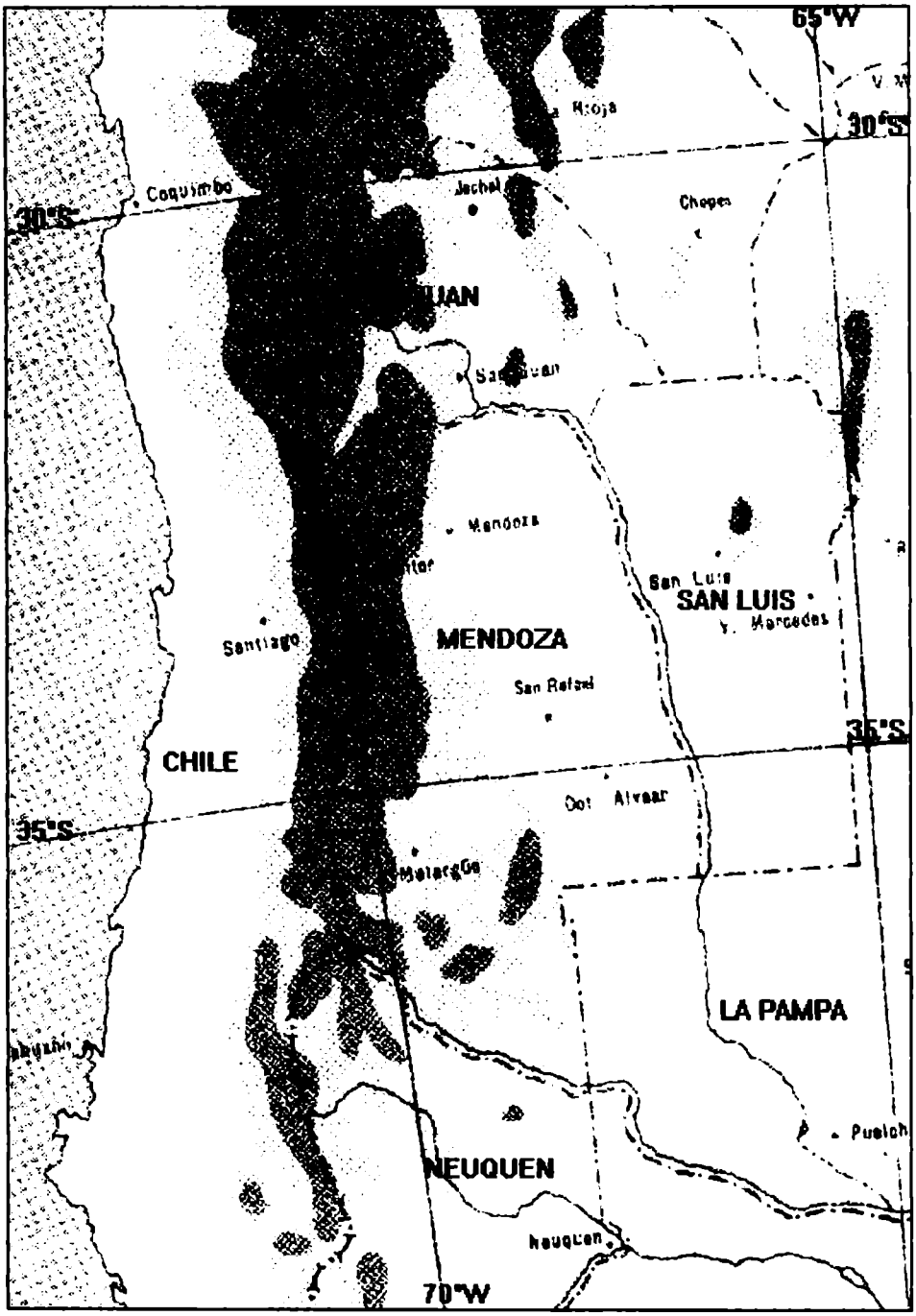

Figura 1.2.2: Esquema ilustrativo de la orografía de la región

La Figura 1.2.2 es un esquema que muestra la orografía de la región y en la cual se observa el límite occidental constituido por la Cordillera de los Andes, que en esta latitud presenta una altura media de alrededor de 4500 m.s.n.m.[1], y con cumbres cuyas alturas máximas oscilan entre 6000 y 7000 m.s.n.m. Entre la Cordillera y la planicie se encuentra la Precordillera, límite este del valle de Uspallata, y prácticamente al pie de ella se halla la ciudad de Mendoza.

La planicie se extiende hacia el este descendiendo suavemente desde los 704 m.s.n.m. (Estación Meteorológica Mendoza-Aero) hasta alcanzar unos 500 m.s.n.m. en la ciudad de La Paz, distante 120 km. de la ciudad capital.

Respecto a la caracterización climática, realizada por Norte (1995) en base a la clasificación de Köeppen (1923), la mayor superficie de la provincia, exceptuando la región cordillerana, está dominada por la zona climática del tipo B (clima seco). El límite entre el clima estepario (S) y el desértico (W) está determinado por la relación entre la cantidad de precipitación anual y la temperatura media anual. En el área de estudio domina el tipo BWakw que identifica a la variedad de clima seco desértico con la temperatura media del mes más caliente mayor que 22°C (a), frío y seco en invierno con temperatura media anual menor que 18°C (k y w).

Para esta clasificación se utilizaron los datos estadísticos de las estaciones meteorológicas que se muestran en la Tabla 1.2.1

Estación	Clima	Latitud	Longitud	Altura
Cristo Redentor	ETHk's	32°50S	70°05W	3832 m.s.n.m.
Puente de Inca	ETk's	32°49S	69°54W	2720 m.s.n.m.
Uspallata	BWkw	32°36S	69°20W	1891 m.s.n.m.
Mendoza Aero	BWakw	32°50S	68°47W	704 m.s.n.m.
San Martín	BWakw	33°05S	68°25W	653 m.s.n.m.

Tabla 1.2.1: Clasificación climática de las estaciones meteorológicas utilizadas

[1] Metros sobre el nivel del mar

1.3. CARACTERISTICAS DE LA CONVECCION EN MENDOZA

La circulación local en la zona norte de la provincia de Mendoza, por su ubicación a sotavento de la Cordillera de los Andes, está condicionada tanto por el forzante mecánico representado por la orografía que genera ondas de montaña, como por el calentamiento diferencial que genera brisas de valle y montaña y brisas de pendiente. En el llano, la presencia de zonas cultivadas y regadas en contraste con otras caracterizadas por escasa vegetación representa otro factor capaz de generar circulaciones locales.

Los estudios realizados durante las Primeras Experiencias de Modificación Artificial de Granizadas (PEMAG - 1959/64) y el Programa Nacional de Lucha Antigranizo (PNLAG -1978/82) concluyeron que el período de mayor frecuencia de ocurrencia de tormentas se encuentra dentro de la temporada cálida, comprendida entre los meses de octubre y marzo, y que esporádicamente se pueden registrar algunos eventos en los meses de setiembre y abril, respectivamente.

Nicolini (1980) utilizó la información de radar para analizar celdas de tormenta ocurridas en el área de Mendoza durante la temporada cálida 1976-1977; verificó que la mayor frecuencia correspondió al tipo multicelular integrado por celdas individuales que se desarrollan y se disipan, alcanzando algunas de ellas mayor tiempo de duración y mayor intensidad, pudiéndoselas considerar como estacionarias cuando presentaban una gran organización. La menor frecuencia correspondió a los casos de tormentas con características de superceldas.

En otro estudio sobre los aspectos físicos de la convección severa Saluzzi (1982) indica que la convección es generalmente vespertina, presentando el máximo en las primeras horas de la noche y un segundo período de actividad en horas de la madrugada, observándose excepcionalmente ocurrencias de convección en horas de la mañana.

Con respecto a la distribución horaria de los daños por granizo Grandoso (1966) confirma la existencia de dos máximos, el primero entre las 19 y las 21 horas locales y el segundo a las 01 hora local; estos resultados

fueron confirmados por Saluzzi (1982) a partir de la información pluviométrica.

El estudio de los mecanismos dinámicos y termodinámicos relacionados con la orografía y su relación con la iniciación, desarrollo y evolución de los sistemas convectivos y la distribución espacio-temporal de las tormentas en la región es aún un desafío.

1.4. ANTECEDENTES RELATIVOS AL PRONÓSTICO DE CONVECCIÓN EN LA ZONA

Los antecedentes vinculados al desarrollo de métodos de pronóstico de convección profunda en la zona norte de la Provincia de Mendoza se iniciaron con las PEMAG realizadas en las temporadas octubre a marzo de los años 1959 a 1964. Los parámetros calculados, los criterios y la eficiencia del pronóstico en este período fueron presentados en los trabajos de Grandoso e Iribarne (1963, 1965). Durante el desarrollo de esas experiencias se utilizó un método de pronóstico semiobjetivo a fin de determinar una probabilidad de ocurrencia, o no ocurrencia, de tormentas eléctricas y/o graniceras en un plazo de tiempo de 24 horas. El área de ensayo estaba centrada en 32.5°S y 68.0°W, y abarcaba aproximadamente una extensión de 1° de latitud por 1° de longitud. El método se basaba en la información de la estructura vertical de la atmósfera (radiosondeo de temperatura, humedad y viento), y en las cartas de superficie y de altura (500 hPa) de las 12 UTC, dependiendo el criterio del pronóstico del posible pasaje de un frente frío.

En una segunda etapa, entre los años 1978 y 1982, durante el PNLAG, la metodología de pronóstico de convección severa incorporó el cálculo de índices de inestabilidad, los productos obtenidos de un modelo numérico unidimensional y estacionario de nube (Ghidella y Saluzzi, 1980), y el estudio de las secuencias horarias de las observaciones de la red sinóptica de superficie en el área. Nicolini (1980) al disponer de tres radiosondeos diarios (12, 18 y 00 UTC) pudo ajustar el pronóstico a través de la actualización del análisis de la estabilidad de la masa de aire; asimismo se incluyó el análisis de las hodógrafas de viento, con el fin de relacionarlas con la estructura celular de las tormentas obtenida a partir de las imágenes de radar.

Finalizada esta segunda etapa, y hasta el presente, la elaboración del pronóstico de convección en tareas operativas consiste en la utilización de los análisis sinópticos de superficie y de altura, y del análisis termodinámico de la estructura vertical de la atmósfera en la vertical de Mendoza; complementándose con los datos de las cartas pronosticadas (GRID) para 24,

48, 72 y 96 hs elaboradas en el Centro Meteorológico Nacional de Washington (KWBC). La probabilidad de ocurrencia de convección se obtiene calculando la energía convectiva potencia disponible (CAPE) estimada a partir del máximo calentamiento en superficie (coincidente con la temperatura máxima pronosticada) y la relación de mezcla media en un espesor de 100 mb, a partir del nivel de superficie; y su máximo desarrollo posible mediante el valor y nivel de la diferencia máxima de temperatura entre el entorno y la parcela.

La elaboración de un pronóstico ajustado de convección profunda para esta zona se hace dificultosa debido a limitaciones en los recursos disponibles en la región, no se cuenta ni con modelos de mesoescala ni con la capacidad computacional para utilizarlos en tiempo real. Por otra parte hay limitaciones observacionales debido a que no existen redes de observación de mesoescala y que sólo se realiza en forma discontinua un único radiosondeo diario en la Estación Aerológica Mendoza-Aero.

Cabe aclarar que la hora de realización del radiosondeo de rutina no corresponde a las condiciones previas de la convección asociada a los máximos vespertino y nocturno. Asimismo la escasez de información impide caracterizar la evolución de las condiciones en el entorno en el que se generan las tormentas y plantea un interrogante en la posibilidad de ajustar el pronóstico a más de 12 horas.

1.5. PROBLEMATICA LOCAL EN EL ENFOQUE DEL PRONOSTICO DE LA CONVECCION

De lo expuesto en las secciones anteriores surgen los siguientes argumentos que fundamentan la elección de la metodología estadística adoptada en este trabajo:

1) el estado actual de avance, a nivel internacional y nacional, de los métodos de pronóstico de convección profunda;

2) la capacidad de los métodos de pronóstico de eventos convectivos que combinan modelos y observación;

3) la complejidad de la circulación local en la región de estudio;

4) el estado actual de la red de observación en la región;

5) la no implementación de una fase experimental del uso de un modelo de nube adecuado a la complejidad de la problemática convectiva de la región.

1.6. OBJETIVOS:

El trabajo que se propone intenta responder a interrogantes tales como:

- ¿es posible mejorar el pronóstico de ocurrencia de convección en un período de 24 horas con los medios disponibles, que no han variado significativamente desde la década del '60?;

- ¿es posible obtener un pronóstico de convección para diferentes intervalos de tiempo dentro del período de las 24 horas posteriores a las 12 UTC?;

- ¿es posible obtener un pronóstico significativo para tiempos mayores de 24 horas?;

A los fines de contestar estos interrogantes se define **Ocurrencia de Convección** cuando en la observación meteorológica se reporta la presencia de nubes bajas de los grupos **CL3**[1] o **CL9**[2]; de acuerdo con el código de clasificación de nubes[3].

Interesa también responder:

- ¿es posible obtener un pronóstico de ocurrencia de precipitación convectiva para distintos sectores dentro del área de estudio y en el período de 24 horas posteriores a las 12 UTC?.

---

[1] **CL3** Cumulunimbus Calvus, con Cúmulus, Stratocúmulus o Stratus o sin ellos. Cumulunimbus cuyas cimas carecen, al menos parcialmente, de contornos delineados, pero que no son netamente fibrosos ni en forma de yunque; también pueden hallarse presentes Cúmulus, Stratocúmulus o Stratus.

[2] **CL9** Cumulunimbus capillatus (frecuentemente con yunque), con Cúmulus, Stratocúmulus o pannus, o sin ellos. Cumuluninbus cuya parte superior es netamente fibrosa (cirriforme), frecuentemente en forma de yunque acompañados o no de Cumulunimbus sin yunque o parte superior fibrosa, o de Cúmulus, Stratus o pannus.

[3] International Clouds Atlas - World Meteorological Organization

La existencia de una mesored pluviométrica en el área obliga a utilizar una definición más estricta que la dada anteriormente, basada en la ocurrencia de precipitación convectiva en la red, complementando con la observación de nubes en el área.

Objetivo principal

Desarrollo y verificación de un modelo de pronóstico de convección en la zona norte de la provincia de Mendoza utilizando la metodología del análisis discriminante.

Objetivo Secundario

Mejorar la metodología actual de pronóstico de convección a fin de obtener el máximo aprovechamiento de la información meteorológica disponible.

CAPITULO 2

DATOS UTILIZADOS Y METODOLOGIA

2.1. Distintos antecedentes a considerar en la búsqueda de predictores de ocurrencia de la convección

El conocimiento de la convección profunda requiere en su fase inicial integrar los efectos atmosféricos de escalas mayores a la convectiva capaces de forzar al ascenso y a la convergencia en capas bajas, o bien de inestabilizar la atmósfera dando lugar a movimientos de ascenso en niveles medios. Asimismo, los efectos locales relacionados con la orografía pueden influir en la ubicación espacial y en la iniciación de la convección en la región.

Los factores ambientales directamente relacionados con la intensidad y la forma en que se organiza la convección son la estructura termodinámica de la masa de aire en la cual ésta se desarrolla y la estructura vertical del flujo de aire (variación vertical del viento en dirección y velocidad).

Según la clasificación sinóptica de las tormentas convectivas realizada por Nicolini y Norte (1978) y Norte (1980) en el marco del PNLAG, la ocurrencia de convección en la zona norte de Mendoza está asociada con situaciones sinópticas frontales, o bien forma parte de sistemas convectivos tales como líneas de inestabilidad, o también puede desarrollase en una masa de aire localmente inestable.

Dentro de las situaciones frontales, se debe considerar no sólo la convección producida durante el pasaje del sistema frontal, frío o caliente, sino que también se identifican aquellos eventos convectivos ocurridos en los momentos previos y posteriores al pasaje del frente en superficie. En general, asociada a esta situación en superficie, es posible identificar en la tropósfera media una zona fuertemente baroclínica coincidente con la discontinuidad de masa de aire típica de los frentes. Dicha situación de altura estaría indicada por un marcado enfriamiento en el nivel de 500 hPa, registrándose

temperaturas entre -12°C y -17°C no sólo en la vertical de Mendoza sino en la vertical de Quintero (Chile); asimismo puede observarse una intensa componente del viento del sector noroeste que indica la presencia de una parte delantera de vaguada sobre la cordillera. La incidencia de los frentes calientes sobre la convección en la zona es importante cuando su posición en superficie ha alcanzado la zona central del país; esta situación produce no sólo la advección de aire cálido y húmedo del norte y noreste en el nivel de superficie, sino también la presencia de una lengua húmeda en el nivel de 850 hPa bordeando la precordillera cuyo eje se extiende desde Salta hasta Mendoza, y en ocasiones puede llegar más al sur. También asociada a esta situación se observa la parte delantera de vaguada en el nivel de 500 hPa afectando la región de Cuyo (Nicolini y Norte, 1978; Norte 1980).

Se seleccionó la depresión del punto de rocío en el nivel de 850 hPa en la vertical de Mendoza como un probable indicador de la existencia de la lengua húmeda, producto del incremento de la humedad en capas bajas debida probablemente a la advección de aire húmedo proveniente de la incursión del anticiclón semipermanente del Océano Atlántico sobre el continente aproximadamente en los 30° de latitud sur, o bien por el transporte de vapor de agua en una corriente que se origina en bajas latitudes y que resulta de la desviación de los viento alisios por la presencia de la cordillera. Simonelli et al (1987) a través del análisis espectral encontraron que dicha variable presentaba una buena correlación con la componente meridional del viento en superficie principalmente en la zona del litoral argentino.

Los datos de temperatura, temperatura de punto de rocío, altura y dirección e intensidad del viento en los niveles de 500 hPa y 400 hPa en la vertical de Quintero (Chile), a las 00 UTC y 12 UTC, se consideraron como posibles indentificadores de la presencia de la parte delantera de vaguada sobre la cordillera y/o del enfriamiento en altura, los que favorecen la ocurrencia de convección en la zona (Saluzzi, 1983).

Con el fin de identificar los patrones sinópticos de superficie mencionados anteriormente, y que son capaces de generar convección, fueron seleccionados como probables predictores los valores de presión atmosférica reducida a nivel medio del mar en las estaciones meteorológicas de Argentina

y Chile indicadas en la Figura 2.1, y los gradientes zonal y meridional de presión en superficie, representados por las diferencias de presión entre la estación Mendoza y cada una de las otras estaciones meteorológicas elegidas.

Otros antecedentes de situaciones sinópticas en la región, que si bien no fueron directamente relacionadas con la convección han sido referidas a fenómenos meteorológicos locales, se puede citar la depresión del noroeste argentino (DNOA) y su relación con las masas de aire al este de la Cordillera, Lichtenstein (1980). El autor correlaciona la intensidad de la misma con la temperatura en el tope de la inversión en Mendoza, mostrando que la DNOA no sólo está relacionada con la temperatura de la masa de aire adyacente al suelo sino también con aquella que se halla por encima de la inversión. Al referirse a su relación con la situación frontal concluye que la DNOA se halla plenamente desarrollada en presencia de aire tropical, mientras que cualquier otra masa de aire la debilita, llegando a anularse con la incursión de masas de aire polar.

Existe una variabilidad en la ubicación de la DNOA respecto de la posición media en 29°S 66°W y que corresponde al noroeste de La Rioja; en este sentido un flujo intenso con componente meridional dominante del norte que penetra hasta latitudes medias está asociado a la profundización de la DNOA. El gradiente de presión oeste-este se intensifica conduciendo a diferencias más negativas de presión entre Mendoza y las estaciones ubicadas tanto al este como al oeste. En estas condiciones, cuando la DNOA se desplaza hacia el sur, el flujo dominante sobre la zona norte de la provincia de Mendoza es del sector sudeste, resultando, respecto de las condiciones medias, más eficiente el transporte de humedad hacia la zona lo cual favorece la convección. Un posible indicador de esta situación estaría representado por una anomalía negativa en la diferencia de presión entre Mendoza y La Rioja y una intensificación del gradiente horizontal de presión con respecto a la costa chilena (Lichtenstein, 1980).

En cuanto a la estructura termodinámica de la masa de aire caracterizada por el sondeo local de temperatura y humedad del aire en la estación aerológica Mendoza Aero, en especial su análisis en términos de distintos indicadores de la inestabilidad estática, ha sido extensamente

realizado desde las PEMAG, incluyéndose los índices K de Whiting (George, 1960), Showalter (Showalter, 1953), Lifted Index (Galway, 1956), los métodos de Koks y Glushkoba; e indicadores de estabilidad vertical y potencial como SWEAT index (Bidner, 1970; Miller et al, 1972), Total-Total (Miller, 1967) y SPOT Index (Maddox, 1973).

A pesar del gran número de índices utilizados sólo existen algunos estudios sistemáticos en Argentina que permiten determinar el desempeño comparativo de estos índices como predictores de ocurrencia de convección y precipitaciones, Moyano, et al (1972), Rosso et al (1987). Norte (1982) analizó el desempeño de los índices SWEAT modificado, Total-Total y SPOT en la zona norte de Mendoza durante un período de tres temporadas cálidas, encontrando que el primero de ellos da una mejor idea de la intensidad de la actividad convectiva en la zona.

En el presente trabajo se utilizan como posibles predictores de la ocurrencia de convección los índices de inestabilidad K de Whitting, Showalter, Lifted, Total-Total y SWEAT, utilizados anteriormente, y se incorporan los índices Fawbush y Miller (Fawbush et al, 1951, 1953), Cross-Total y Vertical-Total (Miller, 1967). (Apéndice Indices de Inestabilidad).

Otros parámetros que se utilizan como posibles predictores, que ya fueron usados para la elaboración de los pronósticos durante las PEMAG y por Saluzzi (1983) son la presión y temperatura de la primera tropopausa; la presión y temperatura en el nivel de condensación por ascenso; la temperatura máxima pronosticada; la energía potencial convectiva disponible (CAPE); y la presión y la altura del nivel de la isoterma de 0°C, todos ellos considerados como elementos claves en el comportamiento de la actividad convectiva severa.

La ocurrencia de convección y su intensidad está condicionada por el valor del CAPE, sin embargo interesa conocer la posible influencia de factores tales como la magnitud de la velocidad, la cortante en intensidad y el giro del viento en distintos niveles y en los primeros 6000 metros de altura, tomando dicho espesor de atmósfera en función de la altura media de los picos más altos de la Cordillera de los Andes en la latitud del área de interés.

Existen antecedentes que relacionan la variación del viento con la altura

con la estructura celular y la organización de las tormentas asociadas (Klemp y Wilhemson, a y b, 1978) en condiciones de CAPE moderado a intenso. A fin de estudiar esta dependencia en la zona y aportar nuevos elementos al pronóstico de la organización de las celdas de tormenta durante las tareas operativas de campañas de siembra, Nicolini (1980) analizó los perfiles verticales de velocidad y dirección del viento durante la temporada cálida 1978-1979. La autora clasificó las hodógrafas del viento, calculó los vectores viento medio del entorno en el espesor de nube y el giro máximo del viento en la capa subnubosa y consideró que dichos parámetros controlan el desplazamiento y los mecanismos que posibilitan la formación de tormentas multicelulares o supercelulares.

En base a lo mencionado precedentemente las variables que serán utilizadas para elaborar el modelo de pronóstico se obtendrán de los resultados de los programas computacionales que realizan el análisis termodinámico y dinámico de la atmósfera a partir del radiosondeo de Mendoza; de los datos de presión reducida a nivel del mar de las estaciones meteorológicas seleccionadas y del radiosondeo de Quintero los datos de los niveles de 500 y 400 hPa.

2.2. DATOS UTILIZADOS

Para la realización de este trabajo se recopiló la información meteorológica de la temporada cálida 1987/88, 1988/89 y 1990/91; esta selección se hizo tomando como referencia los estudios realizados durante las PEMAG (1959/64) y el PNLAG (1978/82) según se indicó en el Capítulo 1 Punto 3.

La información meteorológica utilizada comprende:

* datos de las 12 UTC de las estaciones sinópticas de superficie pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, indicadas en negro en la Figura 2.1.

* datos horarios de la estación sinóptica de superficie ubicada en el Aeropuerto de Mendoza (Mendoza-Aero).
* radiosondeos diarios de las 12 UTC realizados en la Estación Aerológica Mendoza-Aero
* radiosondeos diarios de las 00 UTC y de las 12 UTC realizados en la estación Aerológica Quintero de Chile, indicada en la Figura 2.1
* datos de la mesored pluviométrica y de impactómetros, originalmente diseñada por el Programa de Lucha Antigranizo, mantenida posteriormente por el Gobierno de la Provincia de Mendoza. La distribución de las estaciones de la mesored compuesta de pluviogranizómetros y medidores de impacto de granizo (impactómetros) se muestra en la Figura 2.3.2.2; esta red incluye un número aún mayor de impactómetros que las indicadas en la figura sumando un total de 120 en toda el área.

La información de los radiosondeos diarios de la Estación Aerológica Mendoza-Aero se procesó para realizar tanto el análisis termodinámico de la atmósfera, como el análisis de la hodógrafa del viento, el cálculo de la cortante vertical del viento y de la advección de temperatura a partir de la

aproximación de viento térmico (Apéndice PC).

A partir de los resultados de ambos programas se elaboró una base de datos para inicializar el programa estadístico que permite la obtención del modelo de pronóstico.

Con el fin de referir los tiempos de observación, expresado en UTC (Tiempo Universal Coordinado) respecto al huso horario ubicado entre las estaciones meteorológicas de Chile y las de la Provincia de Mendoza, se consideró el meridiano de 70°W; de esta manera las horas 12 UTC y las 00 UTC corresponden a las 07:20 y las 19:20 horas locales respectivamente y con respecto a dicho meridiano.

En la Figura 2.1 se ubican las estaciones meteorológicas utilizadas que pertenecen a Argentina y Chile, y son respectivamente:

Argentina: Provincia de Mendoza: Mendoza[1], San Martín[2], San Rafael[3] y Malargüe[4]
Provincia de San Luis: San Luis[5] y Villa Reynolds[6]
Provincia de San Juan: San Juan[7];
Provincia de La Rioja: La Rioja[8];
Provincia de Córdoba: Córdoba[9]
Provincia de Buenos Aires: Ezeiza[10]

Chile: Pudahuel[11] y Quintero[12]

---

1 Latitud 32°50'S Longitud 68°47'W Altura 704 m.s.n.m.
2 Latitud 33°05'S Longitud 68°20'W Altura 653 m.s.n.m.
3 Latitud 34°35'S Longitud 68°24'W Altura 748 m.s.n.m.
4 Latitud 35°50'S Longitud 68°49'W Altura 1425 m.s.n.m
5 Latitud 33°16'S Longitud 66°21'W Altura 713 m.s.n.m.
6 Latitud 33°44'S Longitud 65°23'W Altura 486 m.s.n.m.
7 Latitud 31°34'S Longitud 68°25'W Altura 598 m.s.n.m.
8 Latitud 29°23'S Longitud 66°49'W Altura 429 m.s.n.m.
9 Latitud 31°19'S Longitud 64°13'W Altura 474 m.s.n.m.
10 Latitud 34°49'S Longitud 58°32'W Altura 20 m.s.n.m.
11 Latitud 33°27'S Longitud 70°42'W Altura 520 m.s.n.m.
12 Latitud 32°47'S Longitud 71°32'W Altura 2 m.s.n.m.

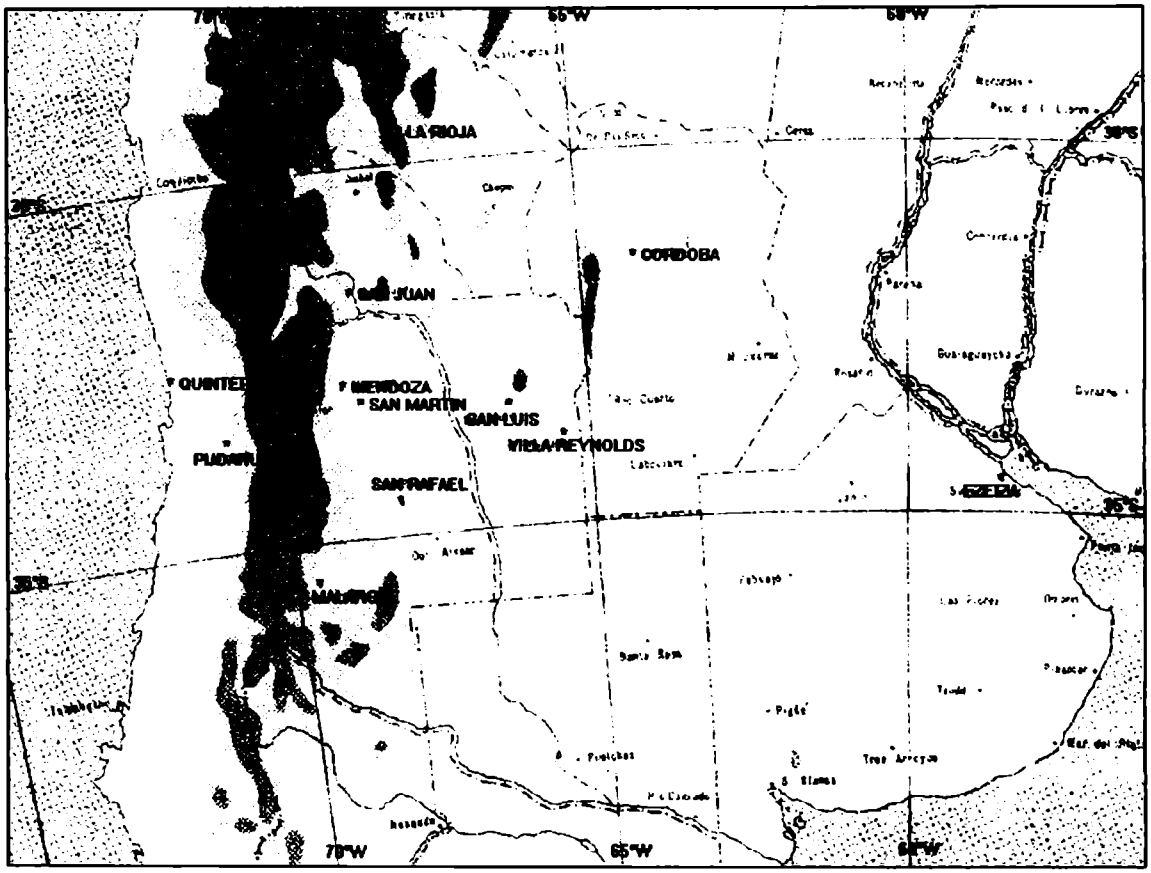

Figura 21: Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas

2.3. METODOLOGIA:

2.3.1. Breve explicación de la metodología utilizada

Se propone como metodología una técnica estadística lineal tal como la que provee el Análisis Discriminante Multivariado (Cooley y Lohnes, 1971, Morrison, 1976) cuyo objetivo es "discriminar", esto es determinar cual o cuales variables distinguen mejor entre dos o más grupos la ocurrencia de un evento.

Los primeros antecedentes a nivel internacional sobre el uso del análisis discriminante se encuentran en Mc Cutchan (1978) y se refieren a la predicción de diversos tipos de tiempo, definidos en forma subjetiva para caracterizar el clima de California. Mc Nulty (1979, 1981) lo utilizó para la predicción a corto plazo de tormentas generales o severas en el oeste de Estados Unidos. Con posterioridad Nkendirim (1986) utiliza el método para separar los días de chinook de los no-chinook en la provincia de Alberta de Canada; Keenan (1986) lo emplea para la predicción de la trayectoria de los ciclones tropicales que pueden alcanzar la costa noroeste de Australia; y Nery et al.(1991) para la predicción de heladas.

En nuestro país esta metodología fue empleada por Seluchi (1993) en el estudio del comportamiento de los sistemas sinópticos migratorios, y por Ruiz y Vargas (1994) para el pronóstico de ocurrencia de precipitación. Específicamente para la provincia de Mendoza fue utilizada por Norte (1988) en la obtención de un método de pronóstico de ocurrencia de viento zonda, y para la predicción de heladas por Norte (1990, 1991) y Seluchi (1994).

La metodología utiliza los valores de los predictores para distinguir distintas categorías del predictando, el análisis discriminante busca relaciones entre predictores a fin de optimizar su capacidad de diferenciar categorías; esta capacidad de discriminación se determina a través del análisis de varianza de las variables propuestas como posibles predictores.

Una vez determinadas estas relaciones, a través de las funciones discriminantes, en una segunda etapa es posible obtener funciones de probabilidad de ocurrencia de cada una de las categorías del predictando.

En este trabajo se utiliza una variante más eficiente de este método denominada **A**nálisis **D**iscriminante **E**scalonado (ADE) hacia adelante, éste construye un modelo de discriminación "paso a paso". Específicamente en cada paso analiza todas las variables y evalúa cuál de ellas es la que mejor contribuye a la discriminación entre categorías, y la incluye en el modelo, luego continúa por pasos con el análisis del resto de las variables, (Apéndice AD)

En el problema en estudio el predictando es la convección, tal como se definió en el Capítulo 1 Punto 6, y las categorías de discriminación son respectivamente ocurrencia y no-ocurrencia.

Se pretende obtener un método de pronóstico que no requiera ajustes en el tiempo, dado que sólo se dispone de una hora de observación de las condiciones aerológicas.

2.3.2. Definición de las categorías de discriminación

A fin de contestar a los interrogantes planteados en los objetivos, de cuándo y dónde ocurre o no-ocurre convección en la zona norte de Mendoza, se especificaron categorías de discriminación en la escala temporal y en la escala espacial respectivamente.

Para la **escala temporal**, es decir para el pronóstico de ocurrencia de convección en el período de 24 horas que se inicia a la hora de observación 12 UTC y para toda el área, se definieron siete categorías de discriminación, denominadas:

* **C24**, correspondiente a **un intervalo de 24 horas** que abarca el período de tiempo comprendido entre las 12 UTC del día hasta las 12 UTC del día siguiente;

* **C121** y **C122**, referidos a **dos intervalos de 12 horas**, el primero abarca el período de tiempo comprendido entre las 12 UTC del día y las 00 UTC del día siguiente y el segundo el período entre las 00 UTC y las 12 UTC del día siguiente;

* **C61**, **C62**, **C63** y **C64**, señalando **cuatro intervalos consecutivos de 6 horas cada uno**, el primero abarca el período comprendido entre las 12 UTC y las 18 UTC del día, el segundo se extiende desde las 18 UTC del día hasta las 00 UTC del día siguiente, el tercero se extiende entre las 00 UTC y las 06 UTC del día siguiente y el cuarto entre las 06 UTC y las 12 UTC del día siguiente.

La Figura 2.3.2.1 muestra la frecuencia relativa de ocurrencia de convección para los tres períodos analizados (octubre-marzo 1987/88, 1988/89 y 1990/91) y para las 7 categorías de discriminación.

Se considera ocurrencia de convección cuando el criterio definido en el Capítulo 1 Punto 6 se cumple por lo menos en una hora del intervalo de tiempo considerado, y se produce tanto en el llano como en la precordillera y el pedemonte mendocino.

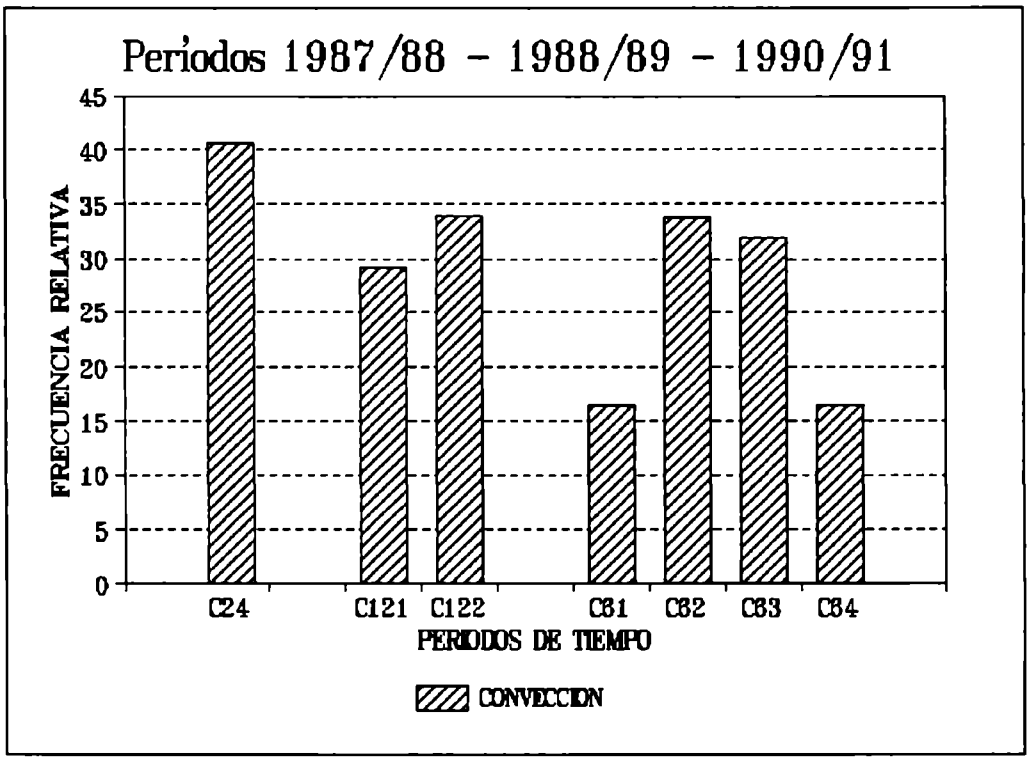

Figura 2.3.2.1: Frecuencia relativa de ocurrencia de convección en la escala temporal

En la figura precedente se observa que la categoría de discriminación C24 presenta una frecuencia relativa de ocurrencia de convección del 41%, y cuando se consideran las categorías de discriminación C121 y C122, si bien no existen diferencias significativas, la mayor frecuencia relativa se manifiesta en la segunda con un valor del 34% debido a que en algunos casos la convección originada en el primer período se extiende hasta el segundo.

Finalmente, al considerar cuatro categorías, las mayores frecuencias relativas de ocurrencia de convección se advierten en C62 y C63, siendo relativamente mayor en la primera coincidiendo con lo encontrado en los estudios previos. Respecto del primero y cuarto período de 6 horas cabe

señalar que los escasos casos de ocurrencia de convección en deben al mantenimiento de las condiciones desde el período anterior, y en particular para C61 muchos de los casos tienen su origen hacia finales del período.

Otro de los interrogantes planteados se refiere al pronóstico de ocurrencia convección para períodos de tiempo mayores que las 24 horas posteriores a la observación inicial. Por tal motivo se consideraron dos categorías de discriminación indicadas como:

* **C48**, que corresponde a **un período de 24 horas** que se extiende desde las 12 UTC del día siguiente al inicial;

* **C72**, que corresponde a un período de 24 horas a partir de las 12 UTC del día subsiguiente.

Con respecto a la **escala espacial**, es decir el pronóstico de ocurrencia de precipitación convectiva en algún punto de la zona en estudio, delimitada por la línea verde en la Figura 2.3.2.2., y considerando todos los puestos de registro indicados con una cuadrado rojo en la misma figura, durante el intervalo de tiempo coincidente con la categoría de discriminación temporal C24, se definieron nueve categorías de discriminación.

* **Zona,** correspondiente a la categoría de discriminación que involucra a toda la zona de estudio delimitada por la línea verde en la Figura 2.3.3.2

* **Oeste-Este**, señalando dos categorías de discriminación separadas por una recta vertical imaginaria que pasa por el lugar indicado como Radar San Martín en la Figura 2.3.3.2. y trazada tratando mantener uniformidad respecto de los puestos de registro en cada subzona. El área a la izquierda de la recta y limitada por la línea verde, corresponde a la categoría **Oeste.**

* **Norte-Sur,** indicando dos categorías de discriminación separadas por una recta horizontal imaginaria que para por Radar San Martín (Figura 2.3.3.2.) y que cumple con las mismas condiciones de uniformidad respecto de los puestos. El área por encima de la recta y delimitada por la línea verde corresponde a la categoría **Norte.** Cabe mencionar que dada la distribución de los puestos en toda el área la subzona sur posee mayor densidad.

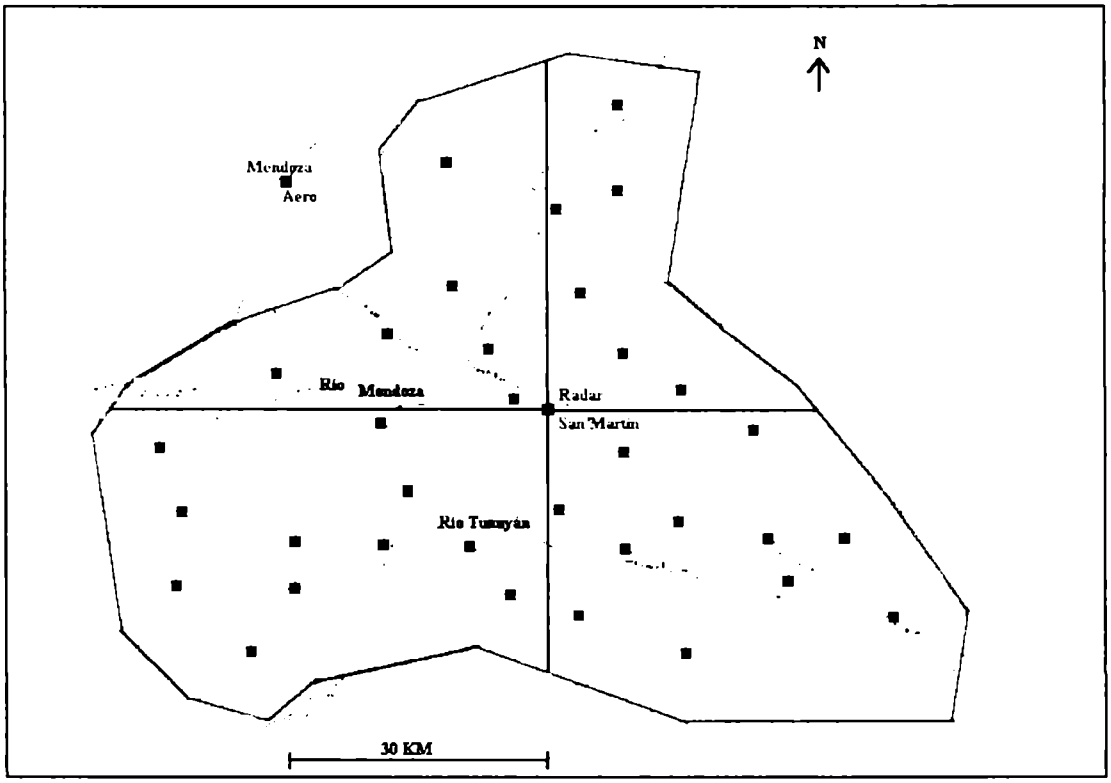

Figura 2.3.2.2: Delimitación del área de estudio y localización de puestos de registro de precipitación

* **Noroeste-Sudoeste-Noreste-Sudeste**, correspondientes a cuatro categorías de discriminación separadas por dos rectas imaginarias que cumplen con las mismas condiciones de trazado y homogeneidad mencionadas anteriormente. El área arriba y a la izquierda corresponde a la categoría **Noroeste**.

En la Figura 2.3.2.3 se presenta la frecuencia relativa de ocurrencia de precipitación convectiva para todas las categorías de discriminación consideras para la escala espacial.

La frecuencia relativa de ocurrencia de precipitación convectiva en la categoría de discriminación **Zona** presenta un porcentaje del 32% respecto de toda la muestra. Al comparar este porcentaje con el hallado para la catergoría de discriminación C24 (41%) se puede inferir que la ocurrencia de convección en el período de 24 horas posteriores al radiosondeo no siempre se traduce en precipitación convectiva en el área indicada en la Figura 2.3.2.2. En general esos casos corresponden a la convección vespertina que se desarrolla sobre la precordillera y que se disipa después de la hora de máximo calentamiento y sólo en ocasiones se organiza avanzado hacia el llano y produciendo precipitaiones.

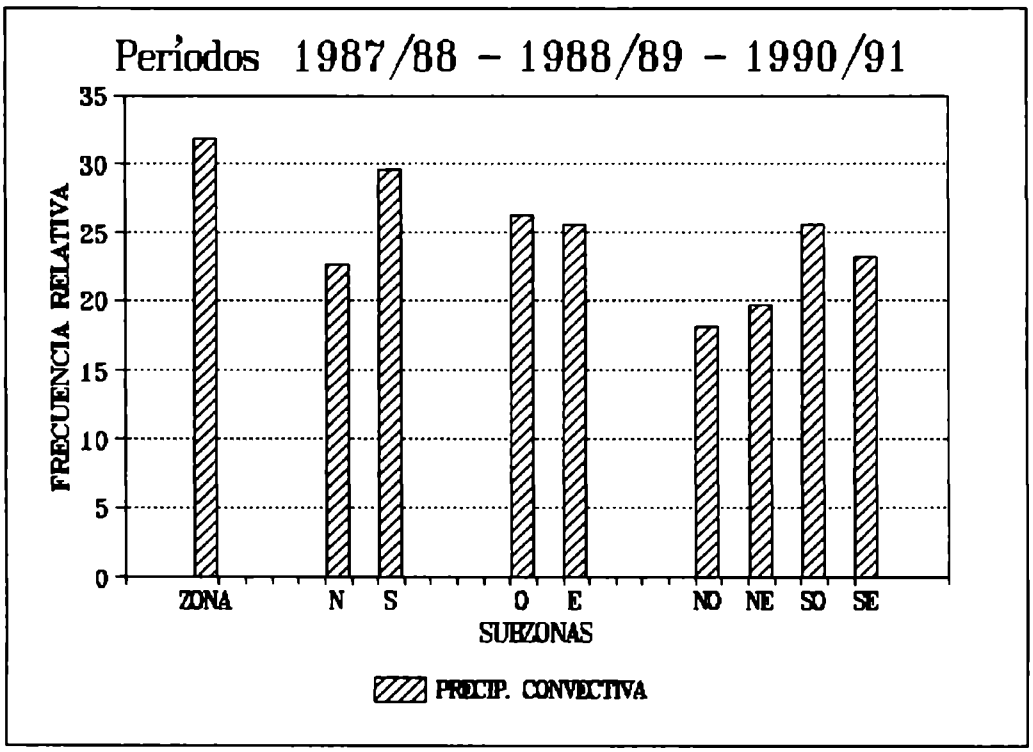

Figura 2.3.2.3: Frecuencia relativa de ocurrencia de precipitación convectiva en la escala espacial

Cuando se consideran las categorías de discriminación **Norte-Sur** la mayor frecuencia relativa de ocurrencia de precipitación convectiva se observa en la categoría **Sur** (29,5%). Con respecto a las categorías **Oeste-Este** si bien prácticamente no existen diferencias significativas entre ambas pueden observarse valores relativamente superiores en la **Oeste** (26,3%).

Con respecto a las categorías de discriminación **Noroeste-Noreste-Sudoeste-Sudeste** la mayor frecuencia relativa de ocurrencia de precipitación convectiva se presenta en la categoría **Sudoeste**; siguiéndole en importancia las categorías **Sudeste**, **Noroeste** y **Noreste** respectivamente

2.3.3. Variables y parámetros seleccionados como posibles predictores

Las variables y parámetros termodinámicos, dinámicos y sinópticos, seleccionados teniendo en cuenta la base de datos disponible y lo expuesto en el presente Capítulo Punto 2.1., conformaron cuatro conjuntos de predictores llamados **A**, **B**, **C** y **D**, integrados como se indica a continuación:

Conjunto A:

Representa los aspectos termodinámicos obtenidos a partir del análisis del radiosondeo de Mendoza (Apéndices PC e II)

* presión en el nivel de superficie (PSFC)
* presión y temperatura de los niveles de condensación por ascenso y de condensación por convección (PNCA, TNCA, PNCC, TNCC)
* presión y temperatura en el nivel de velocidad vertical máxima, estimado de acuerdo al método de la parcela (PAREA, TAREA)
* energía potencial convectiva disponible (CAPE)
* nivel de presión de la isoterma de cero grado (PCERO)
* depresión del punto de rocío en el nivel de 850 hPa (DT850)
* temperatura potencial equivalente en el nivel de 850 hPa (TI850)
* temperatura en el nivel de 500 hPa (T500)
* dirección e intensidad del viento térmico (DDTER, FFTER)
* espesor de la capa 1000/500 hPa (ESPES)
* temperatura crítica en superficie (TCRIT), resultado del calentamiento en superficie y que permite un ascenso sin empuje negativo hasta alcanzar el nivel de condensación, supone un calentamiento capaz de anular el empuje negativo en la capa subnubosa)
* agua precipitable (AGUA)
* indices de estabilidad: K de Whitting (K), Showalter (SH), Lifted (LI), Fabush y Miller (FM), Cross Total (CT), Vertical Total (VT), Total Total (TT), SWEAT (SWEAT).

Conjunto B:

Representa las condiciones sinópticas a través de los datos de presión de superficie en las estaciones seleccionadas e indicadas en la Figura 2.1:

* presión en superficie en las estaciones Mendoza (DOZ), San Martín (SMA), San Rafael (SRA), Malargüe (MLG), San Luis (UIS), Villa Reynolds (RYD), San Juan (JUA), La Rioja (LAR), Córdoba (CBA), Ezeiza (EZE), Pudahuel (PUD)
* diferencias del valor de la presión en superficie en la estación Mendoza Aero con respecto al observado en cada una de las otras estaciones (DSMA, DSRA, DMLG, DUIS, DRYD, DJUA, DLAR, DCBA, DEZE, DPUD)
* dirección y velocidad del viento en la estación San Martín (DDSMA, FFSMA)

Conjunto C:

Representa las condiciones dinámicas a partir del análisis de la hodógrafa del viento (desde superficie hasta 6000 m de altura, y con los datos del viento interpolados a intervalos de 1500 m), cálculo de la cortante vertical y de la advección de temperatura, a partir del radiosondeo de Mendoza (Apéndice PC)

* módulo del viento en el espesor entre superficie y 6000 mgp a intervalos de 1500 mgp (VSFC, V1500, V3000, V4500, V6000)
* módulo de la cortante vertical del viento en el espesor entre superficie y 6000 mgp a intervalos de 1500 mgp (CSFC, C1500, C3000, C4500, C6000)
* dirección del viento en el espesor entre superficie y 6000 mgp a intervalos de 1500 mgp (FISFC, FI1500, FI3000, FI4500, FI6000)
* giro del viento en el espesor entre superficie y 6000 mgp a intervalos de 1500 mgp (V*DFIDZSFC, V*DFIDZ15, V*DFIDZ30, V*DFIDZ45, VDFIDZ60)
* módulo del primer máximo de la cortante vertical del viento en el espesor entre superficie y 6000 mgp. (CMAX1)

* módulo del segundo máximo de la cortante vertical del viento en el espesor entre superficie y 6000 mgp (CMAX2)
* altura de la base y del tope de ambas capas de cortante vertical máxima (CHMIN1, CHMAX1, CHMIN2, CHMAX2)
* valores medios del módulo del viento y de la cortante vertical en el espesor de los primeros 100 hPa por encima del nivel de superficie (V100, C100)
* advección de temperatura en el espesor entre superficie y 6000 mgp a intervalos de 1500 mgp (ADSFC, AD1500, AD3000, AD4500, AD6000)

Conjunto D:

Representa las condiciones sinópticas en altura al oeste y en la latitud de Mendoza a través de los datos de los niveles de 500 hPa y 400 hPa obtenidos del radiosondeo de Quintero de las 00 UTC y de las 12 UTC:

* temperatura (TT500, TT400, TT512, TT412)
* temperatura de punto de rocío (TD500, TD400, TD512, TD412)
* altura geopotencial (HH500, HH400, HH512, HH412)
* dirección e intensidad del viento (DD500, FF500, DD400, FF400, DD512, FF512, DD412, FF412)

Para la obtención del modelo de predicción se aplicó el **ADE** en forma separada a los conjuntos A, B, C y D; los predictores seleccionados de cada uno de ellos se combinaron formando nuevos conjuntos a los que se aplicó el **ADE**. Se adoptó como criterio para la conformación de los grupos de predictores el de incluir en todas las combinaciones los predictores obtenidos del conjunto A, e ir incorporando de a uno (AB, AC, AD), de a dos (ABC, ABD, ACD), y los tres (ABCD) conjuntos restantes, quedando de esta forma 7 conjuntos de predictores.

CAPITULO 3

Escala temporal - Matrices de clasificación y predictores

En este capítulo se examinan los resultados obtenidos luego de aplicar el ADE a cada una de las categorías de discriminación consideradas en la escala temporal a fin de obtener el modelo estadístico de pronóstico de convección. Tal como se explicó en el Capítulo 2 Punto 2.3.3., la metodología se trabajó primero individualmente con los conjuntos A, B, C y D y luego los predictores obtenidos en cada caso se combinaron formando diferentes conjuntos de predictores, cumpliendo con la condición de que siempre participaran los predictores del conjunto A.

La aplicación del **ADE** a las combinaciones presentadas en el capítulo anterior permitió obtener los predictores definitivos. Esta forma de emplear la metodología evita superar la cantidad de variables que acepta la rutina del programa computacional, y asimismo disminuye la cantidad de predictores en el resultado final.

Las matrices de clasificación, que tienen características dicotómicas, permiten inferir la eficiencia del método de predicción, ya que en ellas los porcentajes de clasificación correcta brindan una probabilidad de acierto a priori, pudiéndose determinar cual de los casos considerados es más efectivo para cada período de pronóstico.

En el Anexo C3 se encuentran las matrices de clasificación y los predictores seleccionados con su respectivo valor F de Fisher para todos los casos considerados.

3.1. Primer período de 24 horas (C24):

Las matrices de clasificación obtenidas para los conjuntos individuales y para el **primer período de 24 horas** (**C24**) se encuentran en la Tabla 3.1.1. del Anexo C3. Se observan porcentajes de acierto total que varían entre el 62% y el 78%. Para los conjuntos formados combinando los predictores, Tabla 3.1.2, los porcentajes de acierto total varían entre el 78% y el 82%.

Los porcentajes de acierto de ocurrencia de convección se hallan entre 51% y 82% en los conjuntos individuales, es máximo en A, y en las combinaciones se encuentran entre 78% y 86%.

Con respecto a los porcentajes de acierto de no ocurrencia, tanto las combinaciones como los casos individuales, superan el 70%. En base a estos resultados es claro que para este intervalo de tiempo la metodología puede discriminar mejor si se consideran las combinaciones de predictores, y de ellas las mejores corresponden a los casos ABC, ABD, ACD y ABCD.

En la Tabla 3.1.3. del Anexo C3 se muestran los predictores seleccionados con su respectivo valor F de Fisher. Para los conjuntos tomados individualmente el mejor predictor resulta en **A** el índice Fawbush y Miller (**FM**), en **B** las diferencias de presión en superficie Mendoza menos Malargüe (**DMLG**), en **C** módulo de la cortante vertical del viento en nivel 4500 mgp (**C4500**) y en **D** la temperatura en el nivel de 400 hPa a las 12 UTC (**TT412**).

El mejor predictor para todas las combinaciones es el Indice Fawbush y Miller (**FM**); en base a esta selección se infiere que la existencia de una capa cercana a superficie con humedad relativa superior al 65% condiciona fuertemente el desarrollo de la convección en la zona y de acuerdo a la selección es un parámetro importante para el pronóstico. La presencia de esta capa húmeda en el área podría provenir de la advección de aire húmedo de los sectores sudeste o noreste, pudiendo considerarse como alguna de las causas la intensificación de la DNOA, o bien el desplazamiento hacia el sur de un frente caliente.

Asimismo la selección de un índice de inestabilidad como mejor predictor indicaría que no se puede prescindir del análisis de las condiciones

termodinámicas en la vertical de Mendoza para un efectivo pronóstico de convección que abarque el período de las 24 horas posteriores a las 12 UTC

3.2. Períodos de 12 horas (C121 - C122):

3.2.1. Primer período (C121):

Las matrices de clasificación para el **primer período de 12 horas (C121)** se muestran en las Tablas 3.2.1.1 y 3.2.1.2. Los porcentajes de acierto total para los casos individuales varían entre 65% y 75%, y en las combinaciones entre 71% y 84%; el mayor corresponde a la combinación ABCD.

Los porcentajes de acierto de ocurrencia para los casos individuales varían entre 43% y 75%; en las combinaciones se hallan entre el 70% y 84%, registrándose el mayor valor en la combinación ABC.

Al igual que en el punto 3.1 esto indica que el método discrimina mejor utilizando las combinaciones de predictores y especialmente ABCD.

El análisis de las Tablas 3.2.1.3, y su comparación con la Tabla 3.1.3 (C24) muestra la coincidencia en los predictores seleccionados primero y segundo lugar, tanto en los casos individuales como en las combinaciones, resultando nuevamente el índice **FM** el mejor predictor en las combinaciones; este predominio indica nuevamente la importancia de las condiciones termodinámicas en la predicción de convección.

3.2.2. Segundo período (C122):

Para este **segundo período de 12 horas (C122)** las matrices de clasificación para los casos individuales se encuentran en la Tabla 3.2.2.1. y muestran porcentajes de acierto total entre 63% y 76%. Los porcentajes de

acierto de ocurrencia son inferiores a 68%; y los de acierto de no ocurrencia varían entre 75% y 87%.

En las combinaciones los porcentajes de acierto total varían entre 73% y 81%, los de acierto de ocurrencia entre 65% y 72% y los de no ocurrencia entre 77% y 86%.

Nuevamente la metodología puede separar mejor los casos en la muestra mediante la utilización de las combinaciones de predictores.

En este período, los mejores predictores en las combinaciones y en algunos casos individuales difieren de los seleccionados para el período C121. Las diferencias se observan en A, donde el predictor seleccionado fue el índice Lifted (**LI**), y en D la intensidad del viento nivel 400 hPa 00 UTC (**FF400**).

Para todas las combinaciones el mejor predictor es el índice Lifted (**LI**) (Tabla 3.2.2.3); esta selección indica la importancia de considerar los efectos del calentamiento diurno y del contenido de humedad en capas bajas en los desarrollos convectivos que se podrían producir durante este período.

3.3. Períodos de 6 horas (C61 - C62 - C63 - C64):

3.3.1. Primer período (C61):

Las matrices de clasificación en todos los casos muestran para este **primer período de 6 horas (C61)** porcentajes de acierto total superiores a 80% y de clasificación correcta de no ocurrencia superiores a 90% (Tablas 3.3.1.1 y 3.3.1.2).

Asimismo se observan bajos porcentajes de acierto de ocurrencia tanto para los casos individuales como en las combinaciones (inferiores al 44%). Estos valores responden a una cantidad limitada de casos de ocurrencia de convección en este período (Capítulo 2 - Figura 2.3.2.1).

Los predictores seleccionados en los casos individuales son en A es el índice Total-Total (**TT**), en B y C las variables **DMLG** y **C4500**

respectivamente, y en D la temperatura en el nivel 500 hPa a las 12 UTC (**TT512**).

Con respecto a las combinaciones, en todas aquellas en las que interviene el campo de presión (AB, ABC, ABD y ABCD) el mejor predictor es el índice Total-Total (**TT**), lo que indicaría la importancia de la humedad en capas bajas, representada por la depresión del punto de rocío en el nivel de 850 hPa, y de la temperatura en el nivel de 500 hPa en la vertical de Mendoza para la identificación de potenciales áreas de desarrollo de convección. El Indice Lifted (**LI**) aparece como mejor predictor en las restantes combinaciones, en donde el efecto del calentamiento diurno iniciaría la convección hacia finales del período.

3.3.2. Segundo período (C62):

En el **segundo período de 6 horas (C62)** las matrices de clasificación muestran en los casos individuales (Tabla 3.3.2.1) porcentajes de acierto total entre 68% y 75%; en las combinaciones entre 78% y 85% (Tabla 3.3.2.2).

Para los casos individuales el mayor porcentaje de acierto de ocurrencia se obtiene en A (74%), los mismos mejoran cuando se combinan los predictores, superándose en los casos ABC y ABCD el 80%.

Los porcentajes de clasificación correcta de no ocurrencia son superiores al 77%, los máximos se alcanzan en D (89,7%) y en ABCD (86%).

Con excepción del caso individual D, en el cual el mejor predictor es la intensidad del viento en el nivel de 400 hPa a las 00 UTC (**FF400**), en todos los casos éstos coinciden con los obtenidos en los períodos de 24 horas (C24) y el primero de 12 horas (C121).

Con respecto a las combinaciones el mejor predictor resultó el Indice Fawbush y Miller (**FM**), coincidiendo con el resultados de C24 y C121.

Resulta evidente el dominio de este período C62 por el comportamiento similar encontrado con el período C121, y correspondiendo con la mayor frecuencia de ocurrencia de convección del período C62 respecto de C61, como se muestra en la Figura 2.3.2.1 del Capítulo 2.

3.3.3. Tercer período (C63):

Las matrices de clasificación obtenidas para el **tercer período de 6 horas** (**C63**) muestran porcentajes de acierto total entre el 66% y 75% en los casos individuales (Tabla 3.3.3.1) y en entre 75% y 83% en las combinaciones (Tabla 3.3.3.2).

Con respecto a los porcentajes de acierto de ocurrencia los mismos son inferiores al 69% en los casos individuales y superiores a dicho valor en las combinaciones, con el mayor en ABCD (74,3%). Los porcentajes de acierto de no ocurrencia varían entre 78% y 89% en ambos casos considerados.

En los casos individuales (Tabla 3.3.3.3) la única diferencia con respecto al período anterior es la selección en **A** del Indice Lifted (**LI**) como mejor predictor.

En las combinaciones el mejor predictor en AD, ABD, ACD y ABCD resultó el índice Fawbush y Miller (**FM**), coincidiendo con lo hallado para C24, C121 y C62, y el Indice Lifted (**LI**) en AB, AC y ABC, coincidente con C122.

Estos resultados indicarían que en algunas situaciones el período C63 influye sobre la ocurrencia de convección del período C122, y en otras mantendría la persistencia de las condiciones del período C62.

3.3.4. Cuarto período (C64):

Las matrices de clasificación para el **cuarto período de 6 horas** (**C64**) se muestran en las Tablas 3.3.4.1 y 3.3.4.2, en ellas los porcentajes de acierto total y de acierto de no ocurrencia superan el 80%.

Los porcentajes de acierto de ocurrencia no superan el 18,6%; al igual que para el período C61, esto se debe a la baja probabilidad de ocurrencia de convección en este período (Capítulo 2 - Figura 2.3.2.1).

Se observan diferencias en la selección de predictores respecto de los períodos anteriores. En los casos individuales (Tabla 3.3.4.3) las diferencias se encuentran en A la cantidad de agua precipitable (**AGUA**), en C la variación

del viento con al altura en el nivel 1500 mgp (**DVDZ15**), y en D la dirección del viento en el nivel de 500 hPa a las 12 UTC (**DD512**).

Para cada una de las combinaciones el mejor predictor fue la cantidad de agua precipitable (**AGUA**) en AB, AC y ABC; el Indice SWEAT (**SWEAT**) en AD, ABD y ABCD; y la temperatura potencial equivalente en el nivel de 850 hPa (**TI850**) en ACD, persistiendo el predominio de las variables termodinámicas respecto de las restantes.

3.4. Segundo período de 24 horas (C48):

Para el **segundo período de 24 horas (C48)** a partir de las 12 UTC las matrices de clasificación presentan porcentajes de acierto total entre 63% y 68% en los casos individuales (Tabla 3.4.1) y entre 68% y 75% en las combinaciones (Tabla 3.4.2).

Los porcentajes de acierto de ocurrencia se encuentran entre 54% y 69% en los casos individuales y para las combinaciones varían entre 62% y 68%. Los porcentajes de acierto de no ocurrencia se hallan entre 68% y 80% tanto en los casos individuales como en las combinaciones.

Los mejores predictores para los casos individuales (Tabla 3.4.3) son en A el nivel de presión de la isoterma de 0°C (**PCERO**), en B la diferencia de presión en superficie Mendoza menos Malargüe (**DMLG**), en C la variación del viento con la altura en el de nivel 6000 mgp (**DVDZ60**), y en D la intensidad del viento en el nivel de 400 hPa a las 00 UTC (**FF400**).

El mejor predictor resultante para todas las combinaciones es el índice Vertical Total (**VT**).

Se destaca para este período la mayor cantidad de predictores seleccionados para todos los casos y para intervalos de tiempo menores, lo que conjuntamente con la disminución en los porcentajes de acierto indican los efectos de considerar un intervalo de tiempo mayor respecto de la hora de observación con la cual se está elaborando el pronóstico.

3.5. Tercer período de 24 hs (C72):

Las matrices de clasificación para el **tercer período de 24 horas** muestran para los casos individuales (Tablas 3.5.1) porcentajes de acierto total entre 60% y 65% y en las combinaciones (Tabla 3.5.2) entre 67 % y 80%, observándose los mayores valores en las combinaciones resaltándose ABCD.

Los porcentajes de acierto de ocurrencia muestran valores entre 34% y 64% en los casos individuales, en las combinaciones varían entre 68% y 73,6%. Los porcentajes de acierto de no ocurrencia se encuentran entre 65% y 87%, observándose en las combinaciones los valores mayores.

En la Tabla 3.5.3 se muestran los predictores seleccionados, el mejor en A es la presión en el nivel de equilibrio (**PAREA**), en B presión en superficie en Pudahuel (**PUD**), en C el viento total nivel 6000 mgp (**V6000**), y en D intensidad del viento nivel 400 hPa a las 12 UTC (**FF412**).

En las combinaciones en las cuales interviene el campo de presión fue seleccionado como mejor predictor la presión en superficie en Pudahuel (**PUD**). En las combinaciones AD y ACD es la intensidad del viento nivel 400 hPa a las 12 UTC (**FF412**), y en AC el viento total nivel 6000 mgp (**V6000**).

Al igual que para el período C48 se observa una disminución de los porcentajes de acierto y un aumento en la cantidad de predictores.

ANEXO C3

Escala temporal - Matrices de clasificación y predictores

3.1. Primer período de 24 horas (C24):

Tabla 3.1.1: Matrices de clasificación casos individuales período C24

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,47	Convección p = 0,53
NoConvec.	73,81	93	33
Convección	82,39	25	117
Total	78,36	118	150

B OBS\PRON	Porcent Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	74,52	155	53
Convección	68,07	53	113
Total	71,66	208	166

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,54	Convección p = 0,46
NoConvec.	71,63	149	59
Convección	50,57	87	89
Total	61,98	236	148

D OBS\PRON	Porcent Correcto	NoConvec. p = 0,54	Convección p = 0,46
NoConvec.	77,99	124	35
Convección	58,08	57	79
Total	68,81	181	114

Tabla 3.1.2: Matrices de clasificación combinaciones período C24

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,49	Convección p = 0,51
NoConvec.	78,36	163	45
Convección	79,01	34	128
Total	78,65	197	173

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,47	Convección p = 0,53
NoConvec.	72,66	93	35
Convección	82,07	26	119
Total	77,66	119	154

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,47	Convección p = 0,53
NoConvec.	73,12	68	25
Convección	85,58	15	89
Total	79,69	83	114

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,49	Convección p = 0,51
NoConvec.	74,22	95	33
Convección	85,82	19	115
Total	80,15	114	148

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,50	Convección p = 0,50
NoConvec.	83,85	135	26
Convección	80,16	24	97
Total	82,27	159	123

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,47	Convección p = 0,53
NoConvec.	72,34	68	26
Convección	82,69	18	86
Total	77,78	86	112

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,50	Convección p = 0,50
NoConvec.	85,00	136	24
Convección	78,33	26	94
Total	81,85	162	118

Tabla 3.1.3: Predictores casos individuales y combinaciones período C24

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	13	6	6	7	13	14	10	15	13	15	17
FM	92.09				84.48	92.47	81.20	83.02	69.59	81. 19	69.59
TCRIT	**54,16**					**54,56**	14,01			11,44	
K	**38,72**				**28,34**	**39,08**	**25,86**			18,33	
VT	**30,22**					**30,49**					
AGUA	24,82				16,81	21,68		16,03	19,18	9,45	19,18
ESPES	21,33				24,09	19,21		13,97	13,63		
SH	18,61				14,36	14,13				10,07	11,95
TAREA	16,53					15,44	**33,44**	12,21		**33,44**	
DDTER	14,85						15,71			13,40	
TT	13,51				15,50	10,59					
T500	12,51					11,23		15,02			
TNCA	11,60				12,39	13,00	17,98	13,04	12,56	12,38	12,63
PCERO	10,80				**34,41**			**34,28**	**25,73**		**25,73**
DMLG		60.51			52,31			51,58	40,31		40,31
DRYD		**42,16**			20,97			21,53	14,93		14,93
DSRA		**32,43**			42,28			**41,92**	**30,90**		**30,90**
DUIS		**25,36**			18,67				21,82		21,82
DSMA		21,17									
FFSMA		17,95			13,28			17,50			10,11
C4500			13.84								
FI6000			**12,53**					11,47		**26,24**	10,68
C6000			**9,58**			12,08		28,42		8,89	9,58
AD1500			**7,53**			25,41		24,31		21,54	11,26
CHMN1			6,29			17,08		19,28		16,15	13,85
FI1500			5,42								
TT412				16.00			12,63		17,70		17,70
FF400				**15,30**			**46,12**			**46,12**	
DD400				**13,44**			21,14			14,63	
TT400				**11,72**					11,61	10,69	13,49
TD500				9,86					10,80		
TD412				8,38			11,54		16,14		16,14
TD400				7,37							

3.2. Períodos de 12 horas (C121 - C122):

Tabla 3.2.1: Matrices de clasificación casos individuales período C121

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,53	Convección p = 0,47
NoConvec.	75,17	106	35
Convección	74,8	32	95
Total	75	138	130

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,61	Convección p = 0,39
NoConvec.	83,48	187	37
Convección	58,86	58	83
Total	73,97	245	120

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,60	Convección p = 0,40
NoConvec.	79,22	183	48
Convección	43,42	86	66
Total	65,01	269	114

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,61	Convección p = 0,39
NoConvec.	85,56	154	26
Convección	49,56	58	57
Total	71,52	212	83

Tabla 3.2.2: Matrices de clasificación combinaciones período C121

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,53	Convección p = 0,47
NoConvec.	73,76	104	37
Convección	81,97	22	100
Total	71,57	126	137

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,52	Convección p = 0,48
NoConvec.	75,18	106	35
Convección	76,74	30	99
Total	75,92	136	134

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,53	Convección p = 0,47
NoConvec.	77,57	83	24
Convección	70,21	28	66
Total	74,13	111	90

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,53	Convección p = 0,47
NoConvec.	77,7	108	31
Convección	84,3	19	102
Total	80,77	127	133

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	85,29	87	15
Convección	77,38	19	65
Total	81,72	106	80

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,53	Convección p = 0,47
NoConvec.	82,24	88	19
Convección	72,34	26	68
Total	77,61	114	87

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	85	85	15
Convección	81,93	15	68
Total	83,61	100	83

Tabla 3.2.3: Predictores casos individuales y combinaciones período C121

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	7	7	11	5	9	12	8	13	12	12	17
FM	84,63				81,84	78,16	68,92	74,77	60,77	63,44	56,79
VT	**51,60**				49,98	**48,26**	17,14	**46,42**		18,99	
AGUA	**39,27**				**37,52**	**37,54**	15,55	**35,40**	11,92	14,83	
ESPES	**30,94**				**30,57**	24,26	20,03	**28,34**	**23,25**	16,23	22,05
SH	25,81				19,69	**29,28**	14,03	14,45		13,30	
PAREA	22,00				22,20	18,60	**31,25**	20,93	**37,65**	**29,13**	**35,32**
FFTER	19,05					13,54		12,60	10,95		9,27
DMLG		47,36			26,47			24,86	20,76		**19,86**
DSRA		**35,02**			24,88			23,59	18,22		17,45
PUD		**24,74**									
FFSMA		**19,02**									
DRYD		15,72									
DUIS		13,76			17,63				14,28		7,89
DSMA		12,05									
C4500			18.86			11,49					8,31
FI6000			14,25			14,91		15,66		12,16	12,28
VSFC			**11,14**								
C6000			**9,20**			16,58		13,45		9,83	8,75
DVDZ15			7,83								10,60
CMAX1			6,83								
V4500			6,13								
C1500			5,65								
FI3000			5,26			12,41		17,11		10,59	14,05
VM100			4,91			21,10		18,77		11,25	12,95
DVDZ60			4,56								
TT412				21,57					12,96		11,42
FF400				**20,88**			41,87		**29,02**	**38,98**	**27,60**
TT400				**17,50**							
DD400				**14,83**			**24,43**		16,01	**23,11**	15,56
TD500				12,45					10,17		9,87

Tabla 3.2.4: Matrices de clasificación casos individuales período C122

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,57	Convección p = 0,43
NoConvec.	75,32	116	38
Convección	68,42	36	78
Total	72,39	152	116

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,64	Convección p = 0,36
NoConvec.	85	204	36
Convección	61,19	52	82
Total	76,47	256	118

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,62	Convección p = 0,38
NoConvec.	84,87	202	36
Convección	28.26	104	41
Total	63.45	306	77

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,62	Convección p = 0,38
NoConvec.	87,5	161	23
Convección	36,94	70	41
Total	68,47	231	64

Tabla 3.2.5: Matrices de clasificación combinaciones período C122

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,59	Convección p = 0,41
NoConvec.	78,85	123	33
Convección	70,09	32	75
Total	75,28	155	108

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	77,42	168	49
Convección	67,14	46	94
Total	73,39	214	143

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,58	Convección p = 0,42
NoConvec.	82,61	95	20
Convección	71,95	23	59
Total	78,17	118	79

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,59	Convección p = 0,41
NoConvec.	81,25	195	45
Convección	69,7	40	92
Total	77,15	235	137

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,62	Convección p = 0,38
NoConvec.	83,42	156	31
Convección	65,26	33	62
Total	77,3	189	93

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,58	Convección p = 0,42
NoConvec.	82,14	92	20
Convección	69,14	25	56
Total	76,68	117	76

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,61	Convección p = 0,39
NoConvec.	86,32	101	16
Convección	72,22	20	52
Total	80,95	121	68

Tabla 3.2.6: Predictores casos individuales y combinaciones período C122

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	8	8	9	9	12	7	11	13	13	14	15
LI	60,07				54,08	60,22	37,92	53,72	30,34	36,54	29,95
TCRIT	**38,35**				10,27	**38,50**					
AGUA	**27,51**				**21,11**	16,51	9,75	11,91	10,07		8,01
TNCC	**21,54**				18,30	14,43		11,09			
PSFC	18,15					18,91	**24,19**			**22,86**	
PAREA	15,62				10,83					9,65	7,55
DDTER	13,67						8,21			7,44	
ESPES	12,11				25,56		8,93	14,42	13,52	6,99	11,92
DMLG		67,95			**37,47**			**37,34**	**20,14**		**19,36**
DSRA		**46,47**			**33,01**			**32,69**	**18,38**		**17,69**
DRYD		**34,42**							8,97		
DSMA		**27,60**			14,39			18,30			7,12
DEZE		22,90			11,81			13,11			
FFSMA		19,85			12,98						
JUA		17,21			16,08			16,07			
DUIS		15,22							9,62		8,48
C4500			12,06								
FI6000			**10,46**					9,56		9,17	9,89
DVDZ15			**8,95**							7,96	
CMAX1			**7,33**			**28,28**		21,44		13,27	9,34
FISFC			6,18			**22,63**		**25,77**		10,24	13,08
C1500			5,39					10,26			
DVDZ60			4,80								
CHMX2			4,33								
CHMN2			4,06								
FF400				12,59			**19,96**		8,35	**18,41**	
DD400				**9,94**			10,81		7,90	8,52	
TD500				**8,33**			14,08		12,36	10,99	10,96
FF512				**7,14**							
TD400				6,36			**16,27**		11,64	**15,08**	10,45
TT412				5,84							
HH400				5,47							
HH500				4,96					10,68		9,00
DD512				4,52			12,74		**15,54**	11,91	**14,91**

3.3. Períodos de 6 horas (C61 - C62 - C63 - C64):

Tabla 3.3.1: Matrices de clasificación casos individuales período C61

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvección p = 0,76	Convección p = 0,24
NoConvec.	94,80	292	16
Convección	44,28	39	31
Total	84,45	331	47

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,82	Convección p = 0,18
NoConvec.	98,67	297	4
Convección	7,81	59	5
Total	82,74	356	9

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,81	Convección p = 0,19
NoConvec.	98,07	305	6
Convección	9,58	66	7
Total	81,25	371	13

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,82	Convección p = 0,18
NoConvec.	97,11	235	7
Convección	15,09	45	8
Total	82,37	280	15

Tabla 3.3.2: Matrices de clasificación combinaciones período C61

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,82	Convección p = 0,18
NoConvec.	96,72	295	10
Convección	27,78	52	20
Total	83,55	347	30

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,81	Convección p = 0,19
NoConvec.	97,43	303	8
Convección	34,25	48	25
Total	85,42	351	33

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,81	Convección p = 0,19
NoConvec.	94,94	225	12
Convección	31,48	37	17
Total	83,16	262	29

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,82	Convección p = 0,18
NoConvec.	96,38	293	11
Convección	34,72	47	25
Total	84,57	340	36

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,83	Convección p = 0,17
NoConvec.	97,46	230	6
Convección	21,74	36	10
Total	85,11	266	16

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,81	Convección p = 0,19
NoConvec.	96,20	228	9
Convección	31,48	37	17
Total	84,19	265	26

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,83	Convección p = 0,17
NoConvec.	96,54	223	8
Convección	37,78	28	17
Total	86,96	251	25

Tabla 3.3.3: Predictores casos individuales y combinaciones período C61

ARCHIVO	A	B	C	D	AB	AC	AD	ABC	ABD	ACD	ABCD
PREDICTOR	10	9	7	7	9	11	8	11	8	13	15
TT	47,97				69,44	**36,98**		70,26	45,44		45,44
AGUA	**29,62**				**36,76**	**20,75**	13,82	**37,21**	13,88	13,61	14,11
SH	**22,83**				**26,18**	**26,10**		**26,40**			
LI	**18,97**				**20,76**	69,42	47,59	**20,99**		47,59	
FFTER	16,23				14,84			13,29			
TNCC	13,84						10,26			8,08	
DDTER	12,16						11,50		**18,37**	7,61	10,88
TI850	10,84				10,51	8,99					
K	9,76				11,68			9,21			
CAPE	8,97										
DMLG		13,91							12,66		12,88
DSRA		**9,82**							11,67		11,86
DCBA		**7,81**									6,94
DUIS		**6,99**									
EZE		6,20									
FFSMA		5,60			17,26			15,15			7,90
DDSMA		5,53			13,10			11,94			8,43
PUD		5,12							10,49		9,91
DRYD		4,68									
C4500			16,45			17,29					
FI6000			**13,32**			13,09		10,88		8,73	6,55
CHMN1			**10,51**			14,88		17,52		**18,76**	**18,43**
AD6000			**8,57**			9,78		10,02		9,51	
FISFC			7,42			11,73				**26,02**	9,14
FI3000			6,50								
CMAX2			5,90			10,65				7,14	
TT512				9,98			**18,42**		**14,65**	**15,14**	**14,78**
DD512				**8,61**			12,92		**25,64**	12,84	**25,64**
DD400				**8,13**							
FF400				**7,64**			**16,00**			11,54	
TD512				7,58			25,75			10,44	
FF412				6,70							
TT500				5,96							7,39

Tabla 3.3.4: Matrices de clasificación casos individuales período C62

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,54	Convección p = 0,46
NoConvec.	77,07	114	34
Convección	74,19	32	92
Total	75,73	146	126

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,63	Convección p = 0,37
NoConvec.	84,42	195	36
Convección	55,97	59	75
Total	73,97	254	111

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,62	Convección p = 0,38
NoConvec.	81,51	194	44
Convección	48,28	75	70
Total	68,93	269	114

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,63	Convección p = 0,37
NoConvec.	89,73	166	19
Convección	49,09	56	54
Total	74,58	222	73

Tabla 3.3.5: Matrices de clasificación combinaciones período C62

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	78,08	114	32
Convección	79,49	24	93
Total	78,71	138	125

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,54	Convección p = 0,46
NoConvec.	79,58	113	29
Convección	79,67	25	98
Total	79,62	138	127

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	82,88	92	19
Convección	73,33	24	66
Total	78,61	116	85

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	80,71	113	27
Convección	82,76	20	96
Total	81,64	133	123

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,58	Convección p = 0,42
NoConvec.	84,25	91	17
Convección	79,01	17	64
Total	82,01	108	81

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	83,33	90	18
Convección	73,03	24	65
Total	78,68	114	83

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,57	Convección p = 0,43
NoConvec.	85,71	90	15
Convección	83,95	13	68
Total	84,95	103	83

Tabla 3.3.6: Predictores casos individuales y combinaciones período C62

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ACD**	**ABD**	**ABCD**
PREDICTOR	6	7	15	7	9	15	9	16	15	14	21
FM	78,83				75,33	76,48	61,23	72,68	60,68	52,89	53,71
VT	**48,67**				22,61	**47,46**	17,48	17,88	16,60		9,34
AGUA	**38,13**				25,17	**36,49**	15,55	19,49	14,76	12,38	9,61
SH	**30,14**				20,51	**30,22**	20,31	17,06	19,25	11,53	10,87
ESPES	25,44				28,80	22,42	14,48	25,20	13,88	16,83	16,42
PAREA	22,15				**48,96**	20,39	**38,08**	**46,74**	**36,73**	**35,18**	**35,31**
DMLG		49,97			**36,11**			**28,91**		15,71	15,25
DSRA		**38,88**			**29,97**			24,81		14,77	14,41
FFSMA		**26,89**									
DSMA		**20,72**									
DUIS		16,96								18,86	18,25
DRYD		14,80			18,60						
PUD		12,84									
C4500			23,50			14,67		**34,83**	8,88		8,17
FI6000			**16,10**			16,16		15,74	12,13		12,34
VSFC			**13,10**								
C6000			**10,48**			18,01					
DVDZ15			8,87								7,29
V4500			7,67								
CMAX1			6,82								
C1500			6,11			12,64		13,12	9,36		8,54
V100			5,61			25,88		21,82	12,94		13,26
FI3000			5,25								
DVDZ60			4,88			10,45		11,71	11,20		7,89
DVDZ30			4,60			13,62		14,70	9,79		8,92
C3000			4,57			11,82		17,70	10,42		11,65
CMAX2			4,36								
V6000			4,15			11,12		12,36			
FF400				27,05			**24,85**		**23,41**	**22,24**	**21,50**
TT412				**24,06**						13,44	10,19
DD400				**19,30**							
TT400				**16,59**						10,82	
TD500				14,11			13,06			10,11	
HH400				11,98			**38,08**		**28,32**	**27,38**	**26,85**
HH512				10,85						9,47	7,58

Tabla 3.3.7: Matrices de clasificación casos individuales período C63

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,60	Convección p = 0,40
NoConvec.	76,87	123	37
Convección	66,66	36	72
Total	72,76	159	109

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,66	Convección p = 0,34
NoConvec.	85,48	212	36
Convección	55,56	56	70
Total	75,40	268	106

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,64	Convección p = 0,36
NoConvec.	87,80	216	30
Convección	28,47	98	39
Total	66,58	314	69

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,64	Convección p = 0,36
NoConvec.	87,83	166	23
Convección	35,85	68	38
Total	69,15	234	61

Tabla 3.3.8: Matrices de clasificación para las combinaciones período C63

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,62	Convección p = 0,38
NoConvec.	82,10	133	29
Convección	69,31	31	70
Total	77,19	164	99

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,59	Convección p = 0,41
NoConvec.	78,40	127	35
Convección	69,64	34	78
Total	74,82	161	113

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,60	Convección p = 0,40
NoConvec.	84,17	101	19
Convección	71,25	23	57
Total	79,00	124	76

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,61	Convección p = 0,39
NoConvec.	79,63	129	33
Convección	73,27	27	74
Total	77,19	156	107

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,63	Convección p = 0,37
NoConvec.	85,83	103	17
Convección	72,86	19	51
Total	81,05	122	68

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,60	Convección p = 0,40
NoConvec.	88,89	104	13
Convección	73,42	21	58
Total	82,65	125	71

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,63	Convección p = 0,37
NoConvec.	83,76	98	19
Convección	74,29	18	52
Total	80,21	116	71

Tabla 3.3.9: Predictores casos individuales y combinaciones período C63

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	14	7	7	9	12	13	11	15	15	15	20
LI	55,81				49,94	55,76		49,42			
TCRIT	**35,18**				11,63	**35,19**		10,33	7,82		9,74
AGUA	**24,98**				17,49	**20,06**	9,40		9,10		
VT	**19,77**							8,17			7,77
PSFC	16,57					16,74	15,18			10,18	6,41
PAREA	14,28				12,46	11,59	**24,32**	8,57	8,62	**23,38**	11,70
TNCC	12,62				15,44	14,59		9,71			
T500	11,30					8,28				14,03	7,03
ESPES	10,29				**24,80**		8,74	17,38	10,27	7,60	8,81
FM	9,42						35,97		27,68	35,12	27,83
CAPE	8,70					10,56	10,25		8,20	12,45	10,58
TT	8,09					8,16					
SH	7,64					9,68					
FFTER	7,17										
DMLG		67,51			**34,72**			**34,50**	10,53		8,88
DSRA		**47,05**			**31,47**			**31,07**	10,97		9,53
SMA		**33,85**			13,81			11,17	**20,44**		**19,77**
DRYD		**26,41**									
LAR		22,34			10,69			9,12			
FFSMA		19,06			20,46			15,24	7,38		
DJUA		16,55			10,00			20,26			
C4500			13,19								7,38
FI6000			**10,66**			8,91		13,54		8,01	8,45
DVDZ15			**9,46**							6,77	6,71
FISFC			**7,67**			**25,35**		**24,52**		**16,04**	13,31
C1500			6,52							7,15	8,19
DVDZ60			5,68								
V4500			5,03			13,00		12,20			
FF400				**15,35**			**16,74**		**17,57**	11,07	**16,67**
TD500				**10,67**			13,36		11,81	8,90	9,15
DD400				**9,00**			11,31			9,46	
TD400				**7,54**			12,47		12,99	8,50	6,15
DD512				6,50			**19,21**		**15,23**	**18,26**	**14,48**
TT412				5,78							
HH400				5,47							
HH500				5,06					9,72		
FF512				4,65							

Tabla 3.3.10: Matrices de clasificación casos individuales período C64

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,81	Convección p = 0,19
NoConvec.	98,74	313	4
Convección	13,85	56	9
Total	84,29	369	13

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,83	Convección p = 017
NoConvec.	98,72	308	4
Convección	4,84	59	3
Total	83,15	367	7

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,83	Convección p = 0,17
NoConvec.	99,05	314	3
Convección	3,03	64	2
Total	82,51	378	5

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,84	Convección p = 0,16
NoConvec.	100	250	0
Convección	0	47	0
Total	100	297	0

Tabla 3.3.11: Matrices de clasificación combinaciones período C64

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,84	Convección p = 0,16
NoConvec.	99,68	311	1
Convección	16,39	51	10
Total	80,06	362	11

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,83	Convección p = 0,17
NoConvec.	99,03	306	3.
Convección	10,77	58	7
Total	83,69	364	10

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,84	Convección p = 0,16
NoConvec.	99,22	255	2
Convección	2,13	46	1
Total	84,21	301	3

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,84	Convección p = 0,16
NoConvec.	99,01	299	3
Convección	18,64	48	11
Total	85,87	347	14

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,86	Convección p = 0,14
NoConvec.	99,20	248	2
Convección	11,36	39	5
Total	86,05	287	7

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,84	Convección p = 0,16
NoConvec.	98,81	248	3
Convección	6,38	44	3
Total	84,23	292	6

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,85	Convección p = 0,15
NoConvec.	97,55	239	6
Convección	13,95	37	6
Total	85,07	276	12

Tabla 3.3.12: Predictores para casos individuales y combinaciones período C64

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	6	6	12	3	9	11	5	16	5	10	12
AGUA	25,56				34,68	30,99	6,97	32,32		4,81	
SWEAT	**16,18**				**17,28**	**15,08**	16,74	**16,73**	16,38	**9,69**	15,91
PSFC	**11,77**					20,47					
SH	**9,59**				8,10			5,54	7,03		4,73
TI850	8,27				**13,93**	10,57	**9,99**	11,62		16,25	
TNCC	7,10				10,41	**12,33**	**8,19**	9,06		7,10	
DMLG		27,17			**23,40**			22,53	**10,75**		**10,37**
DSMA		**17,19**			11,94			**13,53**	**8,41**		
DRYD		**12,21**			9,09			5,02			
DCBA		**9,68**			7,32						
DDSMA		7,99						6,56			4,44
FFSMA		6,83									
DVDZ15			4,35					8,18			4,15
CMAX1			**3,84**			9,33		5,28		**8,10**	5,92
FI4500			**3,28**							4,43	
CHMX2			**3,17**			7,96		7,03			6,53
DVDZSFC			3,01			6,86		10,11		5,22	**8,51**
DVDZ60			2,89			7,44		5,84		6,27	5,08
V*DFIDZ15			2,88			4,41		6,16		5,71	7,32
V4500			2,79								
CHMN2			2,67			8,40		7,47			5,43
DVDZ45			2,64								
VSFC			2,56								
C1500			2,49								
DD512				9,23			**13,45**		**12,21**	**12,53**	**11,78**
FF500				**8,21**							
FF512				**5,85**							

3.4. Segundo período de 24 horas (C48):

Tabla 3.4.1: Matrices de clasificación casos individuales período C48

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,50	Convección p = 0,50
NoConvec.	66,83	137	68
Convección	68,60	54	118
Total	67,64	191	186

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	71,08	145	59
Convección	59,15	67	97
Total	65,76	212	156

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,53	Convección p = 0,47
NoConvec.	68,63	140	64
Convección	57,54	76	103
Total	63,45	216	167

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	71,16	116	47
Convección	54 54	60	72
Total	63 73	176	119

Tabla 3.4.2: Matrices de clasificación combinaciones período C48

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	70,30	142	60
Convección	66,05	55	107
Total	68,41	197	167

AC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,54	Convección p = 0,46
NoConvec.	72,36	144	55
Convección	64,00	63	112
Total	68,45	207	167

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	76,07	124	39
Convección	62,12	50	82
Total	69,83	174	121

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	80,51	157	38
Convección	66,67	53	106
Total	74,29	210	144

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,59	Convección p = 0,41
NoConvec.	80,25	130	32
Convección	64,35	41	74
Total	73,65	171	106

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 045
NoConvec.	79,75	126	32
Convección	64,89	46	85
Total	73,01	172	117

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,58	Convección p = 0,42
NoConvec.	80,13	125	31
Convección	67,86	36	76
Total	75,00	161	107

Tabla 3.4.3: Predictores casos individuales y las combinaciones período C48

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	14	7	13	6	8	13	12	12	12	15	17
PCERO	18.32					7,44					
VT	**15,82**				30.04	33.45	33.11	28.69	27.46	31.47	26.54
PSFC	**13,13**				10,27						
AGUA	**10,94**				**22,86**	**25,62**	**16,01**	**19,76**		**18,25**	
FFTER	9,31										6,15
SH	8,21					13,73	9,28		7,98	10,67	
FM	7,31					10,88	7,47		6,91	9,68	
ESPES	6,62										
CAPE	6,06				11,55	7,97		8,96			
TNCC	5,60						8,79		9,20	6,07	7,44
SWEAT	5,19										
PNCA	4,90					9,97	13,42		8,64	6,32	
T500	4,61										
CT	4,42										7,14
DMLG		25.94									
DSRA		**19,92**									
DPUD		**16,69**			16,50			15,53	11,01		**15,43**
DCBA		**13,89**			**18,65**			**17,46**	**12,66**		12,49
DJUA		11,75			13,22			12,39			6,73
RYD		9,98			**15,30**			14,81	11,01		**14,40**
UIS		8,73									
DVDZ60			17.79			**22,78**		22,64		**22,48**	**19,67**
V6000			**16,18**			12,13					
FI6000			**15,28**			15,59		13,68		11,90	13,54
CHMN1			**12,19**								
FI3000			10,32			**18,54**		11,26			
AD6000			8,89					10,36			5,86
V*DFIDZ60			7,89					9,59			
V*DFIDZ45			7,18							7,14	
V*DFIDZSF			6,53								
DVDZ45			5,99			9,14					8,65
V4500			5,65								6,38
V3000			5,30			8,54					
AD4500			4,98							6,71	
FF400				21.96			8,05				
DD400				**14,91**			11,67		10,22	7,66	10,31
FF412				**12,16**			**23,61**		**19,24**	**15,01**	11,15
DD512				**9,58**			**19,79**			13,57	8,01
TD500				7,90			10,36		7,40	8,94	9,41
TD412				6,78			6,98		**15,48**	8,26	

3.5. Tercer período de 24 hs después del radiosondeo:

Tabla 3.5.1: Matrices de clasificación para los casos individuales período C72

A OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,51	Convección p = 0,49
NoConvec.	66,43	93	47
Convección	64,39	47	85
Total	65,44	140	132

B OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	75,73	156	50
Convección	47,17	84	75
Total	63,29	24	125

C OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,55	Convección p = 0,45
NoConvec.	72,73	152	57
Convección	54,02	80	94
Total	64,23	232	151

D OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,57	Convección p = 0,43
NoConvec.	78,70,	133	36
Convección	34,92	82	44
Total	60,00	215	80

Tabla 3.5.2: Matrices de clasificación para las combinaciones período C72

AB OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,76	Convección p = 0,24
NoConvec.	71,85	97	38
Convección	70,83	35	85
Total	71,37	132	123

OBS\PRON **AC**	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,51	Convección p = 0,49
NoConvec.	66,67	90	45
Convección	68,46	41	89
Total	67,55	131	134

AD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,54	Convección p = 0,46
NoConvec.	75,70	81	26
Convección	68 82	29	64
Total	72,50	110	90

ABC OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,52	Convección p = 0,48
NoConvec.	78,29	101	28
Convección	67,80	38	80
Total	73,28	139	108

ABD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	80,77	84	20
Conv	70,00	24	56
Total	76,09	108	76

ACD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,54	Convección p = 0,46
NoConvec.	83,81	88	17
Convección	73,63	24	67
Total	79,08	112	84

ABCD OBS\PRON	Porcent. Correcto	NoConvec. p = 0,56	Convección p = 0,44
NoConvec.	86,27	88	14
Convección	72,15	22	57
Total	80,11	110	71

Tabla 3.5. 3: Predictores para los casos individuales y las combinaciones período 72

ARCHIVO	A	B	C	D	AB	AC	AD	ABC	ABD	ACD	ABCD
PREDICTOR	9	7	14	5	11	19	12	14	12	16	19
PAREA	11,21				**12,17**	7,15	5,66	**12,02**	**11,91**	6,84	**12,69**
PSFC	**8,67**					6,48	6,82			7,19	
AGUA	**8,62**				6,76	**10,49**	8,34				
PNCA	**8,59**				7,26	**10,99**	**13,06**		7,46	**12,55**	6,96
VT	8,39					3,47					5,61
T500	7,29					4,65	6,31			7,60	
PCERO	6,52				9,05	4,23	5,91	7,62	6,67	6,17	6,85
FM	5,87					4,77	**12,30**			**12,14**	5,63
TNCC	5,41				5,73	4,46	5,29		5,90		
PUD		15,00			12,69			13,46	13,11		13,58
SMA		**10,02**			**10,98**			**11,42**	7,00		7,09
MLG		**9,73**			**11,25**			**11,35**	6,90		6,62
FFSMA		**8,28**			10,19			10,45	**10,28**		**10,74**
DSRA		7,23			8,06				6,27		
DLAR		6,36			6,19						
EZE		5,73									6,68
V6000			13,91			12,99					5,89
DVDZ15			**8,94**			**9,39**					
FI3000			**6,98**			5,45		8,66		6,45	8,46
DVDZ30			**6,23**			8,02		10,01		9,78	**11,12**
C1500			6,11			5,13		6,37		8,93	7,80
V*DFIDZ60			5,53			5,92		9,34			
AD6000			5,03								
AD3000			4,55			3,90		6,03		5,22	
V*DFIDZ15			4,24			4,02		8,15		5,46	6,11
ADSFC			4,01			3,74		6,76		5,03	6,34
FISFC			3,76								
AD1500			3,55								
C6000			3,38			3,60		7,14			
CHMN1			3,23								
FF412				14,94			14,70		8,39	14,76	7,16
DD400				**8,30**			9,43		7,73	8,26	7,31
DD500				**6,26**			7,57			5,80	
TD512				**5,16**			**10,88**		**9,03**	**11,11**	9,37
TT412				4,53							

CAPITULO 4

Escala espacial - Matrices de clasificación y predictores

En este capítulo se examinan los resultados obtenidos luego de aplicar el ADE a cada una de las categorías de discriminación consideradas en la escala espacial, siguiendo los mismos pasos explicados en el Capítulo 3, y con el fin de obtener un modelo estadístico de pronóstico de ocurrencia de precipitación convectiva.

Al igual que para la escala temporal, con esta forma de aplicación del ADE se obtienen menor cantidad de predictores en el resultado final.

Las matrices de clasificación obtenidas para la categoría de discriminación ZONA son de características dicotómicas; las matrices correspondientes a las otras categorías son policotómicas, esto es debido a que cuando se consideran las subzonas la probabilidad de ocurrencia (no ocurrencia) del evento en una de ellas no implica la no ocurrencia (ocurrencia) en otra.

Las matrices de clasificación y los predictores seleccionados con su respectivo valor F de Fisher, para todos los casos considerados, se encuentran en el Anexo C4

4.1. Zona:

Las matrices de clasificación obtenidas para los conjuntos individuales y para **toda la Zona** se encuentran en la Tabla 4.1.1 del Anexo C4. Los porcentajes de acierto total se hallan entre el 67% y el 73% y los de clasificación correcta de ocurrencia entre 37% y 60%. Para las combinaciones (Tabla 4.1.2) los porcentajes de acierto total se encuentran alrededor de 69% y los de acierto de ocurrencia varían entre 27% y 52%.

Los porcentajes de clasificación correcta de no ocurrencia tanto en los casos individuales como en las combinaciones se hallan entre 82% y 91%.

En la Tabla 4.1.3 se enumeran los predictores seleccionados y su valor F de Fisher. Se encuentra para los casos individuales que los mejores predictores en los conjuntos A, B y C coinciden con los seleccionados para la escala temporal en los períodos C24, C121 y C62; D no presenta similitud con ningún período de tiempo y es la intensidad del viento nivel 400 hPa a las 12 UTC (**FF412**).

En todas las combinaciones la variable con mayor capacidad de predicción es el Indice Fawbush y Miller (**FM**), este resultado es coincidente con lo encontrado para la escala temporal y para los mismos períodos mencionados en el párrafo anterior.

Esto indicaría que existe una estrecha relación entre la ocurrencia de convección en el período de 24 horas con la ocurrencia de precipitación convectiva en el área dentro de ese intervalo de tiempo, si bien es cierto, como fuera mencionado en el Capítulo 2 Punto 2.3.2, que en muchos casos la convección que se desarrolla sobre la precordillera no deviene en precipitación convectiva en la zona.

4.2. Subzonas **Oeste-Este:**

Se analizan en este punto los resultados obtenidos cuando la zona se divide en dos subzonas **Oeste-Este**, y como se explicó precedentemente las matrices de clasificación incluyen los porcentajes de clasificación correcta en otra subzona.

Para la subzona **Oeste** los porcentajes de acierto total varían entre 64% y 69% en los casos individuales (Tabla 4.2.1), y entre 68% y 77% en las combinaciones (Tabla 4.2.2). Tanto en los casos individuales como en las combinaciones los porcentajes de clasificación correcta de no ocurrencia se encuentran entre 79% y 90%.

Los porcentajes de acierto de ocurrencia en la subzona mejoran al considerarse las combinaciones. Con respecto a los porcentajes de ocurrencia en otra subzona se observan valores nulos en los casos A, B, D y AB.

Las matrices de clasificación para la subzona **Este**, Tablas 4.2.4 y 4.2.5, muestran para los casos individuales porcentajes de acierto total que varían entre 63% y 70% y en las combinaciones entre 72% y 79%.

Los porcentajes de acierto de no ocurrencia superan el 80% en todos los casos. En los casos individuales los porcentajes de acierto de ocurrencia varían entre 28% y 56% y son superiores en las combinaciones, varían entre 58% y 70%.

La clasificación correcta de ocurrencia en otra subzona no presenta valores nulos y se encuentran entre 4% y 36%.

En ambas subzonas, Tablas 4.2.3 y 4.2.6, en los casos individuales coinciden los predictores seleccionados, en A el Indice **FM**, en B la diferencia de presión en superficie **DMLG** y en C el módulo de la cortante vertical del viento en el nivel de superficie (**CSFC**). Para D en la subzona Oeste el predictor es la intensidad del viento **FF412** y en la subzona Este la dirección del viento nivel 500 hPa a las 00 UTC (**DD500**).

En las combinaciones y en ambas subzonas prevalece como mejor predictor el índice Fawbush y Miller (**FM**) en AB, AC, AD y ABC y el índice K de Whitting (**K**). en ABD ACD ABCD

Con respecto a la cantidad de predictores seleccionados en la subzona Este se observa que es mayor con respecto a la subzona Oeste y a toda la Zona, lo cual es coherente con la mayor distancia de esta subzona respecto del punto de observación.

4.3. Subzonas **Norte-Sur:**

Se analizan en este punto los resultados obtenidos para el caso en que la zona se divide en dos subzonas **Norte-Sur**

Las matrices de clasificación de la subzona **Norte,** para los casos individuales (Tabla 4.3.1) y las combinaciones (Tabla 4.3.2) muestran

porcentajes de acierto total entre 63% y 76%, y porcentajes de clasificación correcta de no ocurrencia entre 84% y 90%. Los porcentajes de acierto de ocurrencia varían entre 23% y 59% en los casos individuales y en las combinaciones entre 61% y 73%.

Los porcentajes de clasificación correcta de ocurrencia en otra subzona varían entre 0% y 12% en los casos individuales, y en las combinaciones varía entre 6% y 33%.

La subzona **Sur** presenta en la Tabla 4.3.4. para los casos individuales matrices de clasificación con porcentajes de acierto total entre 65% y 70%, en las combinaciones, Tabla 4.3.5 valores entre 68% y 80%.

Los porcentajes de acierto de no ocurrencia oscilan entre 83% y 88% en los casos individuales y las combinaciones. Los porcentajes de acierto de ocurrencia en los casos individuales se encuentran entre 27% y 57% y en las combinaciones entre 53% y 71%. El porcentaje de ocurrencia en otra subzona presenta valores entre 0% y 30%.

En la Tabla 4.3.3 los mejores predictores para los casos individuales en la subzona Norte coinciden los seleccionados para toda la Zona y la subzona Oeste; en A **FM**, en B **DMLG**, en C **C4500**, y en D **FF412**. La subzona sur muestra en la Tabla 4.3.6. para A la temperatura en el nivel de condensación por ascenso (**TNCA**), en C la variación del viento con la altura nivel superficie (**DVDZSFC**), y la coincidencia con la subzona norte en B (**DMLG**), y en D (**FF412**).

En todas las combinaciones de la subzona Norte prevalece como mejor predictor el índice Fawbush y Miller (**FM**), con excepción de ABCD donde aparece el índice K de Whitting (**K**). Para la subzona Sur el mejor predictor es la temperatura en el nivel de condensación por ascenso (**TNCA**), con excepción de las combinaciones AD y ACD donde fueron seleccionados el índice Fawbush y Miller(**FM**) y el índice K de Whitting (**K**).

Con respecto a la cantidad de predictores seleccionados en ambas subzonas es mayor que al considerar toda la Zona, e inferior al los elegidos para las subzonas Oeste-Este.

4.4. Subzonas **Noroeste-Noreste-Sudeste-Sudoeste:**

Se analizan en este punto los resultados obtenidos si el área de estudio se dividiera en cuatro subzonas **Noroeste-Noreste-Sudoeste-Sudeste**.

Las matrices de clasificación para la subzona **Noroeste** muestran porcentajes de acierto total en el intervalo 62% y 67% para los casos individuales (Tabla 4.4.1.), y entre 66% y 77% en las combinaciones (Tabla 4.4.2). En ambos casos los porcentajes de clasificación correcta de no ocurrencia varía entre 83% y 93%;

Los porcentajes de clasificación correcta de ocurrencia se hallan entre 9% y 46% en los casos individuales y en las combinaciones entre 40% y 74%. En los casos individuales los porcentajes de acierto en otra subzona varían entre 0% y 13% y en las combinaciones dichos valores se encuentran entre 13% y 47%.

En la subzona **Noreste** los porcentajes de clasificación de acierto total en los casos individuales varían entre 62% y 69% (Tabla 4.4.4) y en las combinaciones entre 68% y 77% (Tabla 4.4.5). En todos los casos se observan porcentajes de acierto de no ocurrencia alrededor de 90%. Los porcentajes de clasificación correcta de ocurrencia varían entre 21% y 53% en los casos individuales y entre 54% y 72% en las combinaciones.

En las Tablas 4.4.7 y 4.4.8 se muestra las matrices de clasificación de la subzona **Sudoeste**, los porcentajes de acierto total varían entre 63% y 70% en los casos individuales y entre 72% y 80% en las combinaciones. Para ambos casos los porcentajes de acierto de no ocurrencia se hallan entre 81% y 90%. Los porcentajes de acierto de ocurrencia en los casos individuales se hallan entre 20% y 58% y en las combinaciones entre 63% y 77%. Los porcentajes de clasificación correcta de ocurrencia en otra subzona son inferiores a 25% en los casos individuales y en las combinaciones se hallan entre 12% y 47%.

Para la subzona **Sudeste** (Tablas 4.4.10 y 4.4.11) los porcentajes de acierto total varían entre 62% y 70% en los casos individuales y entre 69% y 76% en las combinaciones. Los porcentajes de acierto de no ocurrencia están alrededor de 89%; y los porcentajes de acierto de ocurrencia en otra subzona se hallan para los casos individuales entre 3% y 8% y en las combinaciones

entre 7% y 34%. Los porcentajes de clasificación correcta de ocurrencia oscilan entre 24% y 55% en los casos individuales y entre 56% y 68% en las combinaciones.

Los predictores seleccionados para las subzonas Noroeste, Sudoeste y Sudeste, Tablas 4.4.3; 4.4.9, 4.4.12, para los casos individuales coinciden con los de la subzona Oeste, y son **FM** en A, en B **DMLG**, en C **CSFC** y en D **FF412**. La subzona Noreste (Tabla 4.4.6) presenta su diferencia en C con el viento total nivel 1500 mgp (**V1500**)

En todas las subzonas prevalecen como mejor predictore en las combinaciones el índice Fawbush y Miller (**FM**) y el índice K de Whitting (**K**).

En las cuatro subzonas se observa un aumento en la cantidad de predictores seleccionados respecto de considerar toda la zona, y en particular en la NE hay un aumento respecto de las otras subzona.

En resumen la diferenciación en subzonas no indican una mayor capacidad de pronóstico de los predictores respecto al desempeño de este método para toda la Zona. Este resultado reforzaría la necesidad de implementar una mesored no sólo de precipitación, sino de otras variables meteorológicas y de características de la superficie que permitan reconocer el efecto de la inhomogeneidad de la superficie y la pendiente del terreno en las características de la convección dentro de la zona. Este eventual avance en el aspecto observacional permitiría la incorporación de otras variables al modelo para su uso en la mesoescala.

ANEXO C4

Escala espacial - Matrices de clasificación y predictores

4.1. Toda la zona:

Tabla 4.1.1: Matrices de clasificación casos individuales toda la zona

A OBS\PRON	Porcenae Correc	No Precip. p = 0,59	Pp.Convec. p = 0,41
No Precip.	82,28	130	28
Pp.Convec.	60,18	43	65
Total	73,31	173	93

B OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,35	Pp.Convec. p = 0,65
No Precip.	85,96	202	33
Pp.Convec.	37,01	80	47
Total	68,78	282	80

C OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,38	Pp.Convec. p = 0,62
No Precip.	89,49	213	25
Pp.Convec.	37,93	90	55
Total	69,97	303	80

D OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,58	Pp.Convec. p = 0,42
No Precip.	80,59	137	33
Pp.Convec.	48,80	64	61
Total	67,12	201	94

Tabla 4.1.2: Matrices de clasificación para las combinaciones toda la zona

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,66	Pp.Convec. p = 0,34
No Precip.	91,49	215	20
Pp.Convec.	27,20	91	34
Total	69,17	306	54

OBS\PRON **AC**	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,63	Pp.Convec. p = 0,37
No Precip.	90,79	217	22
Pp.Convec.	31,69	97	45
Total	68,77	314	67

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,57	Pp.Convec. p = 0,43
No Precip.	83,93	141	27
Pp.Convec.	51,20	61	64
Total	69,97	202	91

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,66	Pp.Convec. p = 0,34
No Precip.	88,94	209	26
Pp.Convec.	30,40	87	38
Total	68,61	296	64

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,61	Pp.Convec. p = 0,39
No Precip.	82,53	137	29
Pp.Convec.	46,73	57	50
Total	68,50	194	79

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,58	Pp.Convec. p = 042
No Precip.	83,73	139	27
Pp.Convec.	52,03	59	64
Total	70,24	198	91

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	No Precip. p = 0,62	Pp.Convec. p = 0,38
No Precip.	84,34	140	26
Pp.Convec.	46,73	57	50
Total	69,60	197	76

Tabla 4.1.3: Predictores casos individuales y combinaciones toda la zona

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	13	9	11	8	7	8	9	10	10	12	12
FM	40,39				12,31	17,52	25,20	12,00	16,15	24,21	15,90
K	**24,20**						9,15		5,94	**9,27**	
DT850	**18,49**				**6,76**	10,85		4,39			
PNCC	**14,97**								5,39		
PAREA	12,87										
FFTER	11,33									4,39	
TNCA	10,15				6,13	**8,28**		4,20			
ESPES	9,33				**7,83**	4,46		4,68			
PSFC	8,51						**11,35**			**11,40**	3,73
LI	7,81										
SWEAT	7,39										
TT	6,95						**7,72**				
EAREA	6,50										
DMLG		24,86									4,94
DCBA		**19,38**							7,99		**7,93**
PUD		**14,99**			**10,62**			**10,98**	**11,01**		11,18
DSMA		**12,05**						5,18			
DUIS		10,32			5,35				8,22		**8,35**
DJUA		9,34									
DRYD		8,25			5,05						
FFSMA		7,40									
DDSMA		6,82							6,82		6,09
C4500			10,54							5,98	4,21
CSFC			**9,55**			**6,84**		5,86			
CHMAX2			**8,90**			4,83		**6,74**		4,11	6,87
CMAX1			**7,84**			5,98		3,91			
V1500			6,12								
FI4500			5,57								
DVDZ60			5,11								
CHMIN1			4,70			5,30		**8,10**			
VM100			4,37								
V*DFIDZSFC			4,12								
FISFC			3,89								
FF412				14,62			**16,01**			**15,85**	4,54
DD500				**11,55**			5,03			6,69	
TT512				**8,99**			6,76		4,91	4,98	
FF512				**7,64**							
FF500				7,01						5,41	
HH400				6,18			6,09		4,26	7,75	5,42
HH512				5,71			5,53			4,72	
TD412				5,13					4,58		3,97

4.2. Subzonas **Oeste-Este:**

Tabla 4.2.1: Matrices de clasificación casos individuales subzona Oeste

A OBS\PRON	Porcen Correc	Oeste p = 0,36	Ning. p = 0,59	Otr p = 0,05
Oeste	54,17	52	42	2
Ning.	84,81	24	134	0
Otra	0,00	6	8	0
Total	69,40	82	82	2

B OBS\PRON	Porcen Correc	Oeste p = 0,29	Ning. p = 0,64	Otr p = 0,07
Oeste	32,38	34	70	1
Ning.	90,21	20	212	3
Otra	0,00	3	22	0
Total	67,40	57	304	4

C OBS\PRON	Porcen Correc	Oeste p = 0,31	Ning. p = 0,62	Otr p = 0,07
Oeste	30,00	36	77	7
Ning.	87,82	18	209	11
Otra	40,00	2	13	10
Total	66,58	56	299	28

D OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,34	Ning. p = 0,58	Otr p = 0,08
Oeste	44,12	45	57	0
Ning.	85,29	23	145	2
Otra	0,00	6	17	0
Total	64,41	74	219	2

Tabla 4.2.2: Matrices de clasificación para las combinaciones subzona Oeste

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,33	Ning. p = 0,61	Otra p = 0,06
Oeste	66,67	56	27	1
Ning.	82,89	23	126	3
Otra	0,00	9	6	0
Total	72,51	88	159	4

AC OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,36	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,06
Oeste	62,77	59	35	0
Ning.	77,63	27	118	7
Otra	33,33	4	6	5
Total	69,73	90	159	12

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,42	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,06
Oeste	59,22	61	37	5
Ning.	81,66	26	138	5
Otra	13,04	9	11	3
Total	68,47	96	186	13

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,34	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,06
Oeste	59,41	60	37	4
Ning.	85,59	30	190	2
Otra	16,67	5	15	4
Total	73,20	95	242	10

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,38	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,07
Oeste	71,83	51	19	1
Ning.	87,00	12	87	1
Otra	23,08	6	4	3
Total	76,63	69	110	5

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,41	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,07
Oeste	70,73	58	21	3
Ning.	79,21	19	80	2
Otra	38,46	4	4	5
Total	72,96	81	105	10

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	Oeste p = 0,38	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,07
Oeste	64,77	57	25	6
Ning.	88,75	14	142	4
Otra	30,43	7	9	7
Total	76,01	78	176	17

Tabla 4.2.3: Predictores para casos individuales y combinaciones subzona Oeste

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	12	9	20	9	15	20	9	15	18	23	24
FM	21.11				18,64	19,98	22,41	17,44	**12,08**	**12,83**	11,50
K	**12,22**				8,92	**11,80**	**10,85**		19,59	20,57	19,79
DT850	**9,30**					8,98				3,80	
FFTER	**7,47**				7,61	3,49		6,09			
PNCC	6,40				5,27	4,49			4,77	3,94	4,38
PAREA	5,67				5,22	4,05			4,06	3,15	
TNCA	5,11				4,28	3,85		4,48			
ESPES	4,69				4,74			4,84			
PNCA	4,30				6,67		6,89		5,63	5,83	4,74
SH	4,00				5,68		**9,00**	5,12	5,33	6,28	6,33
SWEAT	3,82					4,28		5,40			
VT	3,65				6,19				4,24		4,11
DMLG		13.75			5,11			4,85	5,79		4,92
DCBA		**9,98**									
PUD		**7,89**			**14,10**			**13,46**	**14,35**		**14,02**
FFSMA		**6,52**			4,50						3,88
DSMA		5,62									
DUIS		5,11							4,43		5,47
DEZE		4,71									
DJUA		4,35			4,92			4,67	4,61		4,42
DDSMA		4,04			10,66			**10,32**	9,95		9,45
CSFC			10.50			4,75		6,51		3,42	3,67
C4500			**8,13**			3,19					
DVDZ15			**6,73**			3,65				3,52	3,77
CHMAX2			**5,87**			5,98		7,80		4,89	6,95
CMAX1			5,35			7,49		7,04		7,52	8,46
V*DFIDZ30			4,92			6,60		8,78		6,78	7,64
CHMAX1			4,52							4,37	
V*DFIDZSFC			4,18			5,05		5,74		3,23	4,00
DVDZ30			3,89								
C1500			3,78			3,29				3,32	
V1500			3,58								
DVDZ60			3,38								
VSFC			3,22							4,14	4,25
VM100			3,21								

FISFC			3,14							
DVDZ45			3,03			5,42				
V3000			2,92			3,40			4,61	
V4500			2,82			3,39				
V6000			2,76			3,12				
FI4500			2,68						3,05	
FF412				7,34			**14,35**		7,34	**10,27**	5,19
DD500				**5,76**			5,79		5,47	5,20	5,81
TD512				**5,17**			5,33		8,41	3,64	
HH512				**4,47**							
HH400				4,34							
FF512				3,84			7,78		6,71	8,57	5,07
FF500				3,64			6,29		5,02	5,50	4,57
FF400				3,37							
TT412				3,12					6,11		4,97

Tabla 4.2.4: Matrices de clasificación para los casos individuales subzona Este

A OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,33	Ning. p = 0,59	Otra p = 0,08
Este	56,81	50	38	0
Ning.	85,44	20	135	3
Otra	9,52	9	10	2
Total	70,04	79	183	5

B OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,28	Ning. p = 0,64	Otra 0,08
Este	30,10	31	72	0
Ning.	90,64	21	213	1
Otra	11,11	6	18	3
Total	67,67	58	303	4

C OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,31	Ning. p = 0,62	Otra p = 0,07
Este	28,20	33	82	2
Ning.	88,24	24	210	4
Otra	3,57	5	22	1
Total	63,71	62	314	7

D OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,33	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,09
Este	48,86	42	55	1
Ning.	87,65	19	149	2
Otra	11,11	8	16	3
Total	65,76	69	220	6

Tabla 4.2.5: Matrices de clasificación combinaciones subzona Este

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,31	Ning. p = 0,61	Otra p = 0,08
E	69,23	54	24	0
Ning.	86,18	15	131	6
Otra	14,29	11	7	3
Total	74,90	80	162	9

AC OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,34	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,08
E	65,91	58	29	1
Ning.	86,18	19	131	2
Otra	23,81	6	10	5
Total	74,33	83	170	8

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,38	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,10
Este	57,58	57	40	2
Ning.	89,35	18	151	0
Otra	18,52	11	11	5
Total	72,20	86	202	7

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,32	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,08
Este	70,13	54	20	3
Ning.	88,36	16	129	1
Otra	35,00	7	6	7
Total	78,19	77	155	11

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,34	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,11
Este	62,07	54	33	0
Ning.	87,80	17	144	3
Otra	23,08	11	9	6
Total	73,65	82	186	9

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,38	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,10
Este	65,26	62	30	3
Ning.	86,59	19	142	3
Otra	26,92	9	10	7
Total	74,04	90	182	13

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	Este p = 0,35	Ning. p = 0,54	Otra p = 0,11
Este	67,86	57	23	4
Ning.	91,82	10	146	3
Otra	36,00	10	6	9
Total	79,10	77	175	16

Tabla 4.2.6: Predictores casos individuales y combinaciones subzona Este

ARCHIVO	A	B	C	D	AB	AC	AD	ABC	ABD	ACD	ABCD
PREDICTOR	11	9	14	9	16	18	12	20	18	21	27
FM	21,19				19,14	20,72	22,65	18,23	**11,81**	**13,10**	**11,24**
TNCA	**13,34**				**11,45**	**13,15**	**11,43**	**11,24**	**10,29**	**10,61**	**9,89**
K	**10,36**				**9,47**	**10,18**	**9,62**	8,09	19,93	20,97	19,99
DT850	**8,77**				5,55	**8,64**	4,91	7,13	5,83	5,52	5,12
PNCC	7,63				5,67	6,17	4,78	6,59	7,29	5,26	6,88
PAREA	6,86				4,99	3,69		6,26			
FFTER	6,21				4,36	5,72		5,00		3,84	4,24
PSFC	5,66				4,53	4,57	7,33	4,80	4,97	4,69	4,50
ESPES	5,22				7,22			5,64			
TAREA	4,81				8,12						
PNCA	4,52						4,48			4,97	
DMLG		12,99			6,96			5,87	8,08		7,39
DCBA		**9,60**									
PUD		**7,62**			**14,14**			**13,65**	**13,97**		**13,57**
DSMA		**6,59**			4,74				5,53		
FFSMA		5,80									
EZE		5,17									
DUIS		4,62			6,09				4,73		3,69
DJUA		4,31			5,27				6,92		3,60
DRYD		4,00			6,60			5,44	4,60		6,60
CSFC			5,56			4,17		4,41		3,88	4,11
C4500			**5,19**								
CMAX1			**4,71**							7,18	5,91
CHMAX2			**4,26**							4,06	5,36
DVDZ15			3,97			3,84				3,70	4,37
V*DFIDZ30			3,64			4,02		4,02		3,58	4,00
FI6000			3,41								
C1500			3,24			4,16		4,15		3,95	4,12
V3000			3,23			4,35		4,15		6,00	4,89
CHMAX1			3,10			7,57		**9,27**		8,08	8,77
V1500			2,95			5,32					
CHMIN2			2,82			5,01		4,57			
CMAX2			2,70			4,82		4,31			3,77
V*DFIDZ45			2,59			6,77		5,23		3,46	
DD500				7,60			8,24		6,51	6,50	5,63
FF412				**7,38**			**14,44**		7,53	**9,20**	7,03
TT512				**6,17**			6,48		9,07	4,45	7,97
HH400				**5,20**					4,40		
FF512				4,52			5,32		5,24		3,88
FF500				4,11							
TT412				3,76			5,83		6,14	4,25	6,24
HH512				3,47							
TD512				3,24							4,69

4.3. Subzona **Norte-Sur:**

Tabla 4.3.1: Matrices de clasificación para los casos individuales subzona Norte

A OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,32	Ning. p = 0,59	Otra p = 0,09
Norte	59,04	49	33	1
Ning.	87,34	19	138	1
Otra	3,85	8	17	1
Total	70,41	76	188	3

B OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,25	Ning. p = 0,64	Otra p = 0,11
Norte	27,14	25	64	2
Ning.	90,21	23	212	0
Otra	5,26	8	28	2
Total	65,48	56	305	4

C OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,27	Ning. p = 0,62	Otra p = 0,11
Norte	23,08	24	77	3
Ning.	89,08	20	212	6
Otra	12,19	3	33	5
Total	62,92	47	322	14

D OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,30	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,12
Norte	44,94	40	48	1
Ning.	90,59	16	154	0
Otra	0,00	5	31	0
Total	65,76	61	233	1

Tablas 4.3.2: Matrices de clasificación combinaciones subzona Norte

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,29	Ning. p = 0,61	Otra p = 0,10
Norte	70,27	52	20	2
Ning.	87,50	18	133	1
Otra	16,00	9	12	4
Total	75,30	79	165	7

AC OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,32	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,10
Norte	57,83	48	33	2
Ning.	84,87	21	129	2
Otra	15,38	11	11	4
Total	69,35	80	173	8

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,37	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,12
Norte	61,11	55	32	3
Ning.	86,39	17	146	6
Otra	5,56	10	24	2
Total	68,81	82	202	11

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,30	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,10
Norte	72,60	53	16	4
Ning.	87,67	15	128	3
Otra	33,33	8	8	8
Total	77,78	76	152	15

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,30	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,10
Norte	70,27	52	20	2
Ning.	87,50	18	133	1
Otra	16,00	9	12	4
Total	75,30	79	165	7

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,37	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,11
Norte	65,52	57	27	3
Ning.	86,59	17	142	5
Otra	11,76	10	20	4
Total	71,23	84	189	12

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	Norte p = 0,34	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,11
Norte	73,08	57	16	5
Ning.	89,38	13	143	4
Otra	21,21	8	18	7
Total	76,38	78	177	16

Tabla 4.3.3: Predictores casos individuales y combinaciones subzona Norte

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	14	8	13	9	18	19	8	22	18	14	20
FM	21.66				19.54	21.19	23.69	18.65	19.54	21.94	**11,69**
TI850	**12,81**				**11,03**	12,57		**10,77**	**11,03**		4,93
K	**9,97**				9,14	**9,83**	**10,13**		9,13	**9,50**	20.36
DT850	**9,32**					**7,27**					
SWEAT	7,92										
LI	7,21				6,56	6,49	8,98	5,98	6,56	8,40	7,51
ESPES	6,36				5,58			7,73	5,58		4,29
TNCA	5,76				4,46	3,41		4,51	4,46		
FFTER	5,30				4,29	5,90		4,67	4,29	4,26	
PNCC	4,60				6,15	4,50		5,12	6,15		6,33
TAREA	4,34				5,89	3,56		4,09	5,89		
VT	4,11				7,05			4,96	7,05		
PCERO	3,89				4,93	3,30		6,75	4,93		
PSFC	3,74				4,73	4,25	7,86	4,82	4,73	6,78	
DMLG		13.19			6,11			7,96	6,11		7,83
DRYD		**9,97**			5,26			5,30	5,26		6,58
DCBA		**8,12**									
PUD		**6,90**			14,25			13,78	14,25		13,93
DSMA		6,14			4,58			5,65	4,58		
DUIS		5,54			5,15			5,42	5,15		4,62
DJUA		5,23			7,86			8,97	7,86		4,72
FFSMA		4,71									
C4500			6.46			3,19					
CSFC			**6,11**			4,76		4,23		4,99	5,36
DVDZSFC			**5,45**			5,41		3,96		4,49	
FI6000			**5,01**			3,72		4,38			
CHMIN2			4,63			5,02		7,20			
CMAX1			4,37			4,04				5,72	8,65
ADSFC			4,09								
CHMAX1			3,86			3,89				4,75	5,17
DVDZ15			3,64								
V*DFIDZ45			3,44			8,24		6,34		7,53	5,67
CHMAX2			3,27							5,28	6,02
C6000			3,09								
V3000			2,93								

FF412				7,82			**15,16**			**14,17**	7,14
DD400				7,72			**12,27**			**11,33**	6,94
HH512				**5,89**							
HH400				**5,33**							
TT512				4,58			7,11			6,24	**9,91**
FF512				4,06							4,45
FF400				3,73							
TT400				3,40			6,37				
DD500				3,14							

Tabla 4.3.4: Matrices de clasificación casos individuales subzona Sur

A OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,39	Ning. p = 0,59	Otra p = 0,02
Sur	56,73	59	44	1
Ning.	83,65	29	129	0
Otra	16,67	2	3	1
Total	70,52	90	136	2

B OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,33	Ning. p = 0,64	Otra p = 0,03
Sur	38,52	47	75	0
Ning.	87,29	29	206	1
Otra	0,00	1	9	0
Total	68,75	77	290	1

C OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,35	Ning. p = 0,62	Otra p = 0,03
Sur	27,41	37	94	4
Ning.	87,82	26	209	3
Otra	30,00	2	5	3
Total	65,01	65	308	10

D OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,39	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,03
Sur	46,09	53	61	1
Ning.	85,88	24	146	0
Otra	20,00	2	6	2
Total	68,14	79	213	3

Tabla 4.3.5: Matrices de clasificación combinaciones subzona Sur

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,37	Ning. p = 0,61	Otra p = 0,02
Sur	70,97	66	27	0
Ning.	88,16	17	134	1
Otra	16,67	4	1	1
Total	80,08	87	162	2

AC OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,40	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,2
Sur	53,33	56	48	1
Ning.	81,17	29	125	0
Otra	16,67	4	1	1
Total	68,68	89	174	2

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,45	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,03
Sur	56,90	66	50	0
Ning.	83,43	27	141	1
Otra	20,00	5	3	2
Total	70,85	98	194	3

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,37	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,03
Sur	68,13	62	27	2
Ning.	86,30	19	126	1
Otra	16,67	4	1	1
Total	77,78	85	154	4

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,42	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,03
Sur	66,02	68	35	0
Ning.	87,80	19	144	1
Otra	30,00	5	2	2
Total	77,62	92	181	3

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,45	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,03
Sur	58,77	67	47	0
Ning.	83,03	27	137	1
Otra	20,00	4	4	2
Total	71,28	98	188	3

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sur p = 0,42	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,03
Sur	68,63	70	32	0
Ning.	85,63	22	137	1
Otra	20,00	5	3	2
Total	76,84	97	172	3

Tabla 4.3.6: Predictores casos individuales y combinaciones subzona Sur

ARCHIVO	A	B	C	D	AB	AC	AD	ABC	ABD	ACD	ABCD
PREDICTOR	10	7	11	8	15	13	13	20	19	18	20
TNCA	24,66				23,08	24,14	**20,16**	22,44	**17,99**	**18,98**	**17,92**
FM	**21,58**				**19,64**	**20,82**	22,32	**18,78**	**13,30**	**14,71**	**12,75**
K	**15,70**				**13,16**	**15,29**	**10,25**		19,55	20,52	19,73
DT850	**12,84**				5,75	**12,52**	6,65	5,70	6,77	6,13	5,88
PNCA	10,93				9,36	8,44	8,21	8,39	7,14	7,39	6,48
PNCC	9,72				7,15	9,30	7,02	6,75	7,74	6,45	6,99
PAREA	8,75				7,44	6,22		5,87			
FFTER	7,90				6,72			7,23			
ESPES	7,19				8,07			9,96			
AGUA	6,61				11,50						
DMLG		13,66			10,13			**10,99**	9,03		8,77
DCBA		**9,82**									
PUD		**7,75**			**16,46**			**15,85**	**15,22**		**14,87**
DSMA		**6,30**									
DUIS		5,33			6,08			6,45	6,43		5,42
DJUA		4,92			6,33			6,14	6,14		
DRYD		4,36			8,80			9,14	8,39		7,33
DVDZSFC			7,93			**10,68**		**12,94**			
C4500			**7,43**								
ADSFC			**7,08**								
CHMAX2			**6,32**			5,83		7,76			
CMAX1			5,55			7,16		5,07		8,05	7,79
DVDZ15			5,09					4,87		4,74	5,20
CHMAX1			4,66								
DVDZ60			4,31			5,47					
V*DFIDZSFC			4,03			6,65		5,47		4,94	
FI4500			3,75					4,68		5,15	
FI1500			3,51			7,76		5,27		6,85	9,52
FF412				7,35			**15,97**		8,54	**10,98**	6,80
DD500				**5,94**			6,32		5,36	5,62	5,65
TD412				**4,86**			**13,32**		**11,79**	**12,39**	**11,34**
TT512				**4,19**					9,80		8,31
FF500				3,78			7,49		7,32	4,40	6,56
FF512				3,65			9,11		5,86	8,84	
TT412				3,32			**11,49**		**10,94**	9,88	**10,57**
TT400				3,12			5,98		5,60	5,86	6,16

4.4. Subzonas Noroeste-Sudoeste-Noreste-Sudeste

Tabla 4.4.1: Matrices de clasificación casos individuales subzona Noroeste

A OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,26	Ning. p = 0,59	Otra p = 0,15
Noroeste	46,38	32	36	1
Ning.	89,24	15	141	2
Otra	7,69	11	25	3
Total	66,16	58	202	6

B OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,20	Ning. p = 0,64	Otra p = 0,16
Noroeste	23,61	17	53	2
Ning.	93,62	12	220	3
Otra	10,53	9	42	6
Total	66,76	38	315	11

C OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,22	Ning. p = 0,62	Otra p = 0,16
Noroeste	9,64	8	67	8
Ning.	92,86	8	221	9
Otra	12,90	1	53	8
Total	61,88	17	341	25

D OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,24	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,18
Noroeste	45,71	32	38	0
Ning.	91,18	15	155	0
Otra	0,00	7	48	0
Total	63,39	54	241	0

Tabla 4.4.2: Matrices de clasificación combinaciones subzona Noroeste

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,24	Ning. p = 0,61	Otra p = 0,15
Noroeste	58,33	35	18	7
Ning.	91,45	10	139	3
Otra	23,08	14	16	9
Total	72,91	59	173	19

AC OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,26	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,16
Noroeste	40,00	32	40	8
Ning.	89,13	17	205	8
Otra	22,03	10	36	13
Total	67,75	59	281	29

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 030	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,18
Noroeste	54,93	39	26	6
Ning.	88,17	12	149	8
Otra	12,73	15	32	7
Total	66,10	66	208	21

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,24	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,16
Noroeste	66,10	39	14	6
Ning.	90,41	10	132	4
Otra	36,84	8	16	14
Total	76,13	57	162	24

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0 27	Ning. p = 0 55	Otra p = 0,18
Noroeste	74,00	37	9	4
Ning.	90,00	7	90	3
Otra	47, 06	7	11	16
Total	77,72	51	110	23

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,30	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,18
Noroeste	57,14	40	25	5
Ning.	83,64	18	138	9
Otra	25,93	9	31	14
Total	66,44	67	194	28

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	NOeste p = 0,28	Ning. p = 0,54	Otra p = 0,18
Noroeste	63,93	39	9	13
Ning.	86,88	10	139	11
Otra	35,29	7	26	18
Total	72,06	56	174	42

Tabla 4.4.3: Predictores casos individuales y combinaciones subzona Noroeste

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	13	8	11	10	17	16	12	25	19	18	22
FM	23,58				21,29	22,99	24,32	20,40	**13,40**	22,44	**12,91**
K	**13,17**				**11,83**	**13,19**	8,99	**11,42**	20,09	8,51	20,17
DT850	**10,01**				4,22	**8,42**	7,23	3,56	5,11	5,63	
TI850	**8,29**				**9,48**	7,29		7,85	7,07		6,47
PNCC	7,19				4,45	3,95	5,56	4,27	5,94	4,09	
FFTER	6,33				5,32	5,50		4,68			
ESPES	5,70				6,13			5,28			
TNCA	5,29				5,00		6,04	3,38	6,22	4,45	4,40
LI	4,93				4,72	5,95	8,04	4,48		7,02	
SWEAT	4,69					3,78					
TNCC	4,38					4,44					5,83
PAREA	4,10				4,31			3,47	4,89		
TT	3,86				4,61			4,41			
DMLG		13,25			6,04			5,39	6,93		7,14
DRYD		**9,62**			6,62			4,14	6,65		4,63
PUD		**7,73**			**16,09**			**15,55**	**15,99**		**15,67**
DCBA		**6,81**						6,04	4,70		
DSMA		5,99			5,71				5,33		
DUIS		5,50			7,18			6,50	5,69		4,67
DJUA		5,20			7,99			6,90	5,57		6,77
FFSMA		4,70									
CSFC			**7,81**					3,77			
C4500			**6,83**								
FI6000			**5,64**					3,88		3,94	4,25
CHMAX2			**5,07**			5,13		5,68		5,29	5,40
CMAX1			4,72			4,62		4,00		4,96	**10,38**
DVDZ15			4,42					3,67			
V1500			4,09			4,85					
CHMAX1			3,86			4,12					
V*DFIDZ45			3,65			**10,03**		5,06		7,61	4,98
V3000			3,49			4,27		9,21		4,70	4,80
AD4500			3,32			6,50		4,89		6,48	4,52
FF412				8,41			**15,41**		9,14	**14,39**	6,14
DD400				**7,79**			**11,93**		8,40	**11,09**	5,61
TD500				**6,34**			**10,35**		**10,78**	9,64	8,82

HH512				**5,52**						
HH400				5,46						
TT500				4,89			4,87		6,37	4,26	7,78
FF512				4,45			6,60		7,62	6,03	6,07
FF500				4,11			5,20			3,80	
TD512				3,78							
DD500				3,51							

Tabla 4.4.4: Matrices de clasificación casos individuales subzona Noreste

A OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,27	Ning. p = 0,59	Otra p = 0,14
Noreste	53,52	38	30	3
Ning.	87,98	18	139	1
Otra	18,42	6	25	7
Total	68,91	62	194	11

B OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,22	Ning. p = 0,64	Otra p = 0,14
Noreste	21,79	17	61	0
Ning.	93,62	12	220	3
Otra	7,69	8	40	4
Total	66,03	37	321	7

C OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,24	Ning. p = 0,62	Otra p = 0,14
Noreste	23,33	21	66	3
Ning.	92,02	14	219	5
Otra	18,18	5	40	10
Total	62,27	40	325	18

D OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,26	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,16
Noreste	31,58	24	52	0
Ning.	92,35	11	157	2
Otra	2,04	8	40	1
Total	61,69	43	249	3

Tabla 4.4.5: Matrices de clasificación combinaciones subzona Noreste

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,25	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,15
Noreste	64,52	40	18	4
Ning.	87,50	16	133	3
Otra	24,32	11	17	9
Total	72,51	67	168	16

AC OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,27	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,15
Noreste	56,16	41	30	2
Ning.	87,34	15	138	5
Otra	20,51	9	22	8
Total	69,26	65	190	15

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,31	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,17
Noreste	59,74	46	27	4
Ning.	86,39	16	146	7
Otra	16,33	14	27	8
Total	67,80	76	27	19

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,25	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,15
Noreste	67,74	42	16	4
Ning.	87,50	14	133	5
Otra	37,84	9	14	14
Total	75,30	65	163	23

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,28	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,17
Noreste	70,59	36	7	8
Ning.	90,00	6	90	4
Otra	36,36	11	10	12
Total	75,00	53	107	24

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,31	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,17
Noreste	57,89	44	25	7
Ning.	88,48	11	146	8
Otra	31,25	12	21	15
Total	70,93	67	192	30

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	Noreste p = 0,28	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,17
Noreste	72,55	37	10	4
Ning.	90,00	7	90	3
Otra	45,45	8	10	15
Total	77,17	52	110	20

Tabla 4.4.6: Predictores casos individuales y combinaciones subzona Noreste

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	18	9	12	9	24	21	14	29	27	19	23
FM	21,07				19,00	20,57	23,18	17,95	**11,96**	**13,38**	**11,38**
K	**12,30**				**10,53**	12,14	**11,30**	**8,52**	20,28	21,36	20,34
DT850	**9,38**				3,76	**9,29**		3,74		4,34	
TNCC	**7,78**				6,63	6,40	5,67	6,83		5,63	
TI850	6,82				7,46	5,96		5,59	3,88	4,43	
PNCA	6,14				6,08	5,06	5,94	4,76	4,92	6,43	4,47
TNCA	5,78				5,50	5,32	6,51	4,94	5,58	7,84	7,96
ESPES	5,43				5,30	3,29		4,53			
LI	5,02				4,21	3,49	5,32	3,42	7,60	6,00	6,87
FFTER	4,70				4,58	4,18		4,43			
SWEAT	4,46				4,06						
PNCC	4,25				3,80	4,01		3,84	6,60		6,12
PAREA	4,09				3,67	6,62		3,66	5,04		4,61
CT	3,93				3,57		8,17	3,37	5,37		5,61
EAREA	3,76				3,93			3,58	4,75		4,92
PSFC	3,60				4,86	3,92		4,66	3,81	4,59	
PCERO	3,49				5,02	3,37		5,08			
TAREA	3,36				5,76				5,17		5,07
DMLG		12,95			5,32			5,05	7,89		7,48
DCBA		**9,74**			4,39				4,45		
DSMA		**8,01**			4,72				4,30		
PUD		**6,99**			**14,03**			**13,50**	**14,14**		13,74
DRYD		5,98			5,19			4,07	6,29		5,93
DUIS		5,38						4,15	6,04		5,41
DJUA		4,84						4,80	4,60		5,24
DDSMA		4,38			**8,64**			7,54	6,91		6,54
FFSMA		4,04						3,95			
V1500			6,14			4,53					
C4500			**5,85**								
ADSFC			**5,11**								
FI6000			**4,63**			3,77		4,29			
CHMAX2			4,23			4,79		6,28		5,06	
CMAX1			3,97			6,93		5,32		7,05	4,76
VM100			3,83			5,68				4,03	
VSFC			3,78			4,39					
DVDZ15			3,70							3,73	
CHMAX1			3,54			**7,80**		**10,21**		8,99	9,94
CSFC			3,46					5,88			
CHMIN2			3,26					3,50			
FF412				7,39			**14,87**		8,59	**10,68**	7,12
DD400				**6,79**			**9,26**		7,15	4,83	6,68
TT512				**5,11**			7,25		**10,01**		8,78
FF400				**4,30**			4,73		4,18	3,87	
FF512				3,92			4,23		3,96		
TT412				3,52			4,46		5,81	4,18	5,77
FF500				3,22			5,02		4,08	5,35	
DD500				2,98							
TT400				2,79							

Tabla 4.4.7: Matrices de clasificación para los casos individuales subzona Sudoeste

A OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,36	Ning. p = 0,59	Otra p = 0,05
Sudoeste	58,51	55	38	1
Ning.	84,18	25	133	0
Otra	6,25	7	8	1
Total	70,52	87	179	2

B OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,28	Ning. p = 0,64	Otra p = 0,08
Sudoeste	30,39	31	70	1
Ning.	90,64	19	213	3
Otra	0,00	3	25	0
Total	66,85	53	308	4

C OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,31	Ning. p = 0,621	Otra p = 0,07
Sudoeste	20,51	24	85	8
Ning.	89,92	18	214	6
Otra	25,00	1	20	7
Total	63,97	43	319	21

D OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,33	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,09
Sudoeste	38,38	38	61	0
Ning.	89,41	18	152	0
Otra	7,69	6	18	2
Total	65,08	62	231	2

Tabla 4.4.8: Matrices de clasificación para las combinaciónes subzona Sudoeste

AB OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,33	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,07
Sudoeste	70,73	58	23	1
Ning.	86,84	19	132	1
Otra	11,76	9	6	2
Total	76,49	86	161	4

AC OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,35	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,07
Sudoeste	63,04	58	34	0
Ning.	82,89	24	126	2
Otra	29,41	5	7	5
Total	72,41	87	167	7

AD OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,41	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,07
Sudoeste	68,29	56	26	0
Ning.	82,52	18	85	0
Otra	20,00	8	4	3
Total	72,00	82	115	3

ABC OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,33	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,07
Sudoeste	77,50	62	17	1
Ning.	84,93	19	124	3
Otra	47,06	2	6	8
Total	79,84	84	147	12

ABD OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,37	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,08
Sudoeste	69,57	48	20	1
Ning.	88,00	12	88	0
Otra	20,00	7	5	3
Total	75,54	67	113	4

ACD OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,40	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,08
Sudoeste	71,25	57	23	0
Ning.	81,19	18	82	1
Otra	40,00	5	4	6
Total	73,98	80	109	7

ABCD OBS\PRO	Porcen. Correc	SOeste p = 0,37	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,08
Sudoeste	73,53	50	18	0
Ning.	87,76	11	86	1
Otra	40,00	6	3	6
Total	78,45	67	107	7

Tabla 4.4.9: Predictores para casos individuales y combinaciones subzona Sudoeste

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	14	8	13	8	17	18	15	23	18	20	21
FM	20,99				18,56	19,89	22,34	17,38	**11,86**	**12,79**	**11,28**
TNCA	**13,35**				**11,16**	**12,68**	**11,56**	**9,40**	**10,31**	**10,44**	**9,84**
K	**10,15**					**9,78**	**9,56**		19,52	20,49	19,71
DT850	**8,64**					**8,34**	5,11				
PNCA	7,47				8,46	4,38	6,85	4,96	8,10	6,13	6,32
ESPES	6,62				6,45			5,14			
FFTER	6,02				5,90	5,00		6,68			
PNCC	5,51				7,27	4,73	4,79	4,56	5,24	4,52	5,18
PAREA	5,25				7,00	4,54	4,61	4,61	4,93	4,39	5,04
EAREA	4,85				5,30	3,82	4,23	4,49	4,83	4,26	4,63
PSFC	4,51				5,04	4,08	4,40	4,38		4,16	
SH	4,23				5,58	3,94	7,33	5,35	6,02	5,92	5,91
SWEAT	4,09					4,24		5,62			
VT	3,89				7,75			4,61	5,08	3,84	5,36
DMLG		14,07			6,76			5,11	7,32		4,88
DCBA		**10,11**									
PUD		**7,94**			**13,93**			**13,30**	**14,05**		**13,70**
DSMA		**6,48**									
DUIS		5,71			4,58			4,25			
DJUA		5,12			6,21			4,81			
FFSMA		4,59			4,80						
DDSMA		4,36			**9,68**			**10,82**	9,24		8,79
CSFC			9,81			6,56		7,15			
C4500			**7,86**								
CHMAX2			**6,34**			5,60		7,66		5,03	6,86
DVDZ15			**5,58**								
CMAX1			5,03			6,02		5,93		6,61	8,03
V*DFIDZ30			4,65			7,28		8,40		7,15	7,44
V*DFIDZSFC			4,39			5,28		6,25		3,74	4,51
DVDZ30			4,09								
C1500			3,87								
CHMAX1			3,66			3,69		4,11		4,77	
DVDZ60			3,47								
FISFC			3,31								
FI6000			3,14								

FF412				7,29			14,27		6,40	**9,09**	4,85
DD500				**5,78**			5,88		6,22	5,32	4,92
TD512				**4,82**			5,45		4,63	4,00	
HH512				**4,15**							
HH400				3,90							
TT412				3,75					6,75		4,82
FF512				3,43			8,25		5,78	7,96	4,71
FF500				3,29			6,33		5,50	5,61	5,59

Tabla 4.4.10: Matrices de clasificación casos individuales subzona Sudeste

A OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,30	Ning. p = 0,59	Otra p = 0,11
Sudeste	55,56	15	36	0
Ning.	87,98	18	139	1
Otra	7,14	8	18	2
Total	69,66	71	193	3

B OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,26	Ning. p = 0,64	Otra p = 0,10
Sudeste	24,73	23	69	1
Ning.	91,06	18	214	3
Otra	8,11	7	27	3
Total	65,75	48	310	7

C OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,28	Ning. p = 0,62	Otra p = 0,10
Sudeste	23,58	25	81	0
Ning.	91, 60	18	218	2
Otra	2,56	6	32	1
Total	63,71	49	332	3

D OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,29	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,13
Sudeste	36,78	40	48	1
Ning.	88,24	16	154	0
Otra	5,26	5	31	0
Total	62,37	61	233	1

Tabla 4.4.11: Matrices de clasificación combinaciónes subzona Sudeste

AB OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,29	Ning. p = 0,61	Otra p = 0,10
Sudeste	68,06	49	22	1
Ning.	87,50	14	133	5
Otra	18,52	14	8	5
Total	74,50	77	163	11

AC OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,31	Ning. p = 0,58	Otra p = 0,11
Sudeste	59,26	48	32	1
Ning.	88,16	18	134	0
Otra	7,14	9	17	2
Total	70,50	75	183	3

AD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,34	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,14
Sudeste	57,95	51	37	0
Ning.	88,17	18	149	2
Otra	7,89	14	21	3
Total	68,81	83	207	5

ABC OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,29	Ning. p = 0,60	Otra p = 0,11
Sudeste	68,49	50	20	3
Ning.	85,81	18	127	3
Otra	30,77	11	7	8
Total	74,90	79	154	14

ABD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,31	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,14
Sudeste	57,89	44	28	4
Ning.	88,96	10	145	8
Otra	30,56	12	13	11
Total	72,73	66	186	23

ACD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,34	Ning. p = 0,52	Otra p = 0,14
Sudeste	56,32	49	34	4
Ning.	88,48	15	146	4
Otra	27,03	13	14	10
Total	70,93	77	194	18

ABCD OBS\PRON	Porcen. Correc	Sudeste p = 0,31	Ning. p = 0,55	Otra p = 0,14
Sudeste	63,16	48	22	6
Ning.	91,25	10	146	4
Otra	34,29	13	10	12
Total	76,01	71	178	22

Tabla 4.4.12: Predictores casos individuales y combinaciones subzona Sudeste

ARCHIVO	**A**	**B**	**C**	**D**	**AB**	**AC**	**AD**	**ABC**	**ABD**	**ACD**	**ABCD**
PREDICTOR	9	9	11	8	17	15	9	21	19	19	24
FM	21,27				19,17	20,78	22,66	18,21	**12,04**	**13,24**	**11,41**
K	**12,62**				**9,43**	**12,36**	**11,12**	**9,09**	20,37	21,41	20,41
TNCA	**9,97**				**11,16**	**9,78**	**9,36**	**10,88**	**10,22**	8,91	
DT850	**8,53**				5,20	**8,39**		4,41	6,85	5,57	5,70
PNCC	7,55				5,18	6,61		4,39	7,18	5,30	7,02
TAREA	6,78				7,37	3,93		6,45			
FFTER	6,14				6,01	5,04					
ESPES	5,59				6,75			5,52			
PSFC	5,15				5,45	4,70	7,01	4,90	5,51	3,59	4,91
DMLG		13,17			6,52			5,50	8,01		7,76
DCBA		**9,67**									4,50
PUD		**8,13**			**14,38**			**13,85**	**14,31**		**13,91**
DSMA		**7,09**			4,44				4,63		
FFSMA		6,05			4,63						
RYD		5,35			5,74			5,06	6,54		6,71
UIS		4,97			4,96			4,19	5,17		4,10
JUA		4,63			4,83			4,26	5,33		4,65
DDSMA		4,22			8,13			7,93	6,28		6,38
CSFC			5,27			4,40				3,20	4,36
C4500			**4,80**			3,73		4,57			
CMAX1			**4,67**			7,33		7,08		7,66	6,12
V*DFIDZSFC			**4,31**			5,96		5,93		4,65	5,11
CHMAX2			4,05			5,49		5,26		3,92	5,90
DVDZ15			3,85							4,14	4,22
FI6000			3,63							4,38	
CHMAX1			3,41			4,17		3,93		3,44	5,32
V6000			3,17			3,61		4,74			
V*DFIDZ30			3,01					4,05			
V*DFIDZ60			2,85								
FF412				7,70			**14,42**		7,46	**10,51**	7,29
DD500				**7,54**			8,04		6,01	6,79	5,53
TT512				**6,46**			5,70		8,99	3,73	8,60
TD412				**5,48**			6,30		5,72	4,97	4,77
HH400				4,88					4,98	3,31	4,03
HH512				4,32			5,21		4,80		
FF512				3,88						6,09	
FF400				3,61							

CAPITULO 5

EVALUACION DEL MODELO ESTADISTICO DE PRONOSTICO

La verificación del modelo estadístico de pronóstico de convección para la escala temporal y de precipitación convectiva para la escala espacial, elaborado mediante el **A**nálisis **D**iscriminante **E**scalonado, se realizó a través de la metodología de evaluación de pronósticos probabilísticos o dicotómicos y policotómicos; (Apéndice ME).

La evaluación comprendió dos partes, en la primera se utilizaron las matrices de clasificación surgidas de la aplicación del ADE a la muestra de datos con la que se obtuvo el modelo (temporada cálida 1987/88, 1988/89 y 1990/91); se tuvo en cuenta que las mismas brindan una probabilidad de acierto a priori.

En la segunda parte se usaron los resultados de aplicar el modelo a 118 días seleccionados entre los meses de enero a marzo de 1990 y octubre 1991 a enero 1992, de las temporadas cálidas 1989/90 y 1991/92.

Para dicha muestra se obtuvieron los predictores respectivos; los que reemplazados en las ecuaciones de predicción permitieron calcular para cada día el porcentaje de probabilidad de ocurrencia del evento para ambas escalas y con todas las combinaciones consideradas.

Con el fin de obtener mayor exactitud en la predicción se consideró **acierto** cuando la probabilidad de ocurrencia del evento era mayor o igual al 60%; con esta condición y utilizando la clasificación de casos correctos e incorrectos, se construyeron las respectivas tablas de contingencia.

Para los casos en que se definieron subzonas, se consideró acierto el porcentaje de probabilidad que presentaba el mayor valor de los tres calculados.

Finalmente se calcularon los parámetros que permiten evaluar los **pronósticos dicotómicos** y de **iniciación de tormentas,** como también los utilizados en la evaluación de **pronósticos policotómicos.**

5A. Primera parte de la evaluación :

Es indudable que no se debe comprobar la efectividad de un método de pronóstico con los mismos datos con los que fue obtenido, por no cumplir con la condición de ser una muestra independiente; pero esta primera parte de la evaluación tuvo como objetivo visualizar si un modelo de pronóstico elaborado con una metodología estadística es de utilidad y permite el mejoramiento y actualización de las formas de pronosticar operativamente la ocurrencia de convección y/o precipitación convectiva.

5A.1. Escala temporal:

La verificación de la metodología de pronóstico de convección en la escala temporal se efectuó computando los parámetros que permiten evaluar la efectividad de pronósticos probabilísticos. En la Tabla 5A.1. se encuentran los valores de dichos parámetros para el período de tiempo C24, y sólo para las combinaciones de tres y de cuatro archivos, que de acuerdo a lo mostrado en el Capítulo 3 son las que presentaron los mejores porcentajes de acierto.

Los resultados correspondientes a todos los períodos de tiempo y a todos los casos considerados se muestran en el Anexo AC5 Punto AC51.

Parámetro	A	p	q	Q	L	S
Archivo	Porc.acierto	Porc.Ocurra	Porc.No ocurra	Coef.Yule	Chance Clim	Skill Score
ABC	80,15	51,15	48,85	0,89	131,39	0,60
ABD	82,27	42,91	57,09	0,91	143,55	0,64
ACD	77,78	52,53	47,47	0,85	99,66	0,55
ABCD	82,14	42,86	57,14	0,91	143,14	0,63

Tabla 5A.1: Parámetros para evaluar el modelo en el período C24

Los resultados muestran en todos los casos **porcentajes de acierto (A)** superiores a 77% y asimismo mayor que la **probabilidad de ocurrencia (p)** o que la **probabilidad de no ocurrencia (q)** según el caso.

El **coeficiente de asociación de Yule** (**Q**) es siempre mayor que cero indicando la asociación positiva entre el modelo de predicción y la ocurrencia del evento.

El **grado de acierto** o **Skill-Score** (**S**) presenta valores superiores al 55% indicando un alto porcentaje de aciertos del modelo en la clasificación de casos correctos.

Los parámetros calculados para evaluar el modelo de predicción para los casos individuales o las combinaciones de dos archivos de predictores muestran las mismas condiciones mencionadas pero con valores inferiores.

Los parámetros obtenidos para la evaluación del modelo en intervalos de tiempo menores a 24 horas presentan las mismas características que para C24, observándose una disminución considerable en los valores de **p** en los períodos de 6 horas C61 y C64 debido a la baja frecuencia de ocurrencia de convección durante los mismos (Capítulo 2 - Figura 2.3.2.1).

Asimismo se registran similitudes en los parámetros entre los períodos de 12 y de 6 horas, concretamente entre el primer período de 12 horas (C121) y el segundo de 6 horas (C62), y entre el segundo de 12 horas (C122) y el tercero de 6 horas (C63).

En cuanto a los parámetros calculados para intervalos de tiempo mayores a 24, C48 y C72, se observan **porcentajes de acierto A** con valores similares a los obtenidos para C24 y manteniéndose la supremacía de **A** con respecto a los valores de **p** o **q** en todos los casos.

Se mantiene la asociación positiva entre el modelo de predicción y la ocurrencia del evento evidenciado a través de valores de **Q** positivos y superiores a 50%.

El parámetro **S,** si bien es mayor que cero en todos los casos, ha disminuido a valores inferiores a 50%, con excepción de tres casos correspondientes al período C72 con las combinaciones ABD, ACD y ABCD.

Los menores valores en el Skill-Score indica una disminución de casos correctamente clasificados, esto podría deberse a que en algunos casos persisten las condiciones inestables durante varios días, con lo cual la muestra utilizada tiene memoria de los días previos, y por otro lado a que se

está tratando de pronosticar la ocurrencia de un fenómeno de mesoescala para escalas de tiempo mayores.

En base a los resultados obtenidos, y si bien no se cumple con la condición de utilizar una muestra independiente para la evaluación, se podría decir que el modelo de pronóstico obtenido es de utilidad, especialmente para los períodos de tiempo en los que se encuadran los fenómenos de mesoescala.

Para los períodos de tiempo mayores a 24 horas convendría incorporar o ensayar con otros predictores que discriminen mejor entre los eventos filtrando los efectos de la persistencia en la muestra y de esa forma obtener mayores valores de **S**.

5A.2. Escala espacial:

5A.2.1. Toda la zona:

Los parámetros calculados para evaluación del modelo estadístico de pronóstico de precipitación convectiva en la escala espacial, y para las combinaciones de tres y de cuatro archivos, se muestran en la Tabla 5A.2 Se presentan sólo estos casos ya que según lo analizado en el Capítulo 4 son las combinaciones que poseen los más altos porcentajes de acierto total en la matriz de clasificación. Los resultados correspondientes a los casos restantes se muestran en el Anexo AC5 Punto AC52.1.

Parámetro	A	p	q	Q	L	S
Archivo	Porc.acierto	Porc.Ocurra	Porc.No ocurra	Coef.Yule	Chance Clim	Skill Score
ABC	68,61	34,72	65,27	0,56	215,4	0,22
ABD	68,50	39,19	60,80	0,61	148,92	0,31
ACD	70,24	42,56	57,43	0,70	152,40	0,37
ABCD	69,60	39,19	60,80	0,65	149,57	0,33

Tabla 5A.2: Parámetros para la evaluación del modelo en toda la zona

En todos los casos **porcentajes de acierto** (**A**) superan el 68% y son levemente superiores a los **porcentajes de no ocurrencia** (**q**), de todos modos se podría indicar la utilidad del pronóstico realizado con esta metodología.

El **coeficiente de asociación de Yule** (**Q**) es mayor que cero e indica la asociación positiva con la ocurrencia del evento.

El Skill-Score (**S**) se encuentra en todos los casos en el intervalo comprendido entre cero y uno, pero con valores que no superan el 30%, evidenciando un alto porcentaje de aciertos debidos a Chance Climatológica.

Si bien el método es capaz de separar los eventos de ocurrencia de precipitación convectiva de los de no ocurrencia, los valores de **S** podrían mejorarse ensayando con la incorporación de otros predictores que representen mejor las condiciones meteorológicas que inciden sobre la ocurrencia de precipitación convectiva en el área.

5A.2.2. Subzonas

Considerando las subzonas, y dadas las características policotómicas de las matrices de clasificación, los únicos coeficientes que se analizan en este caso son el Skill-Score (**S**) y el Verdadero Valor Estadístico (**TSS**).

En las Tablas 5A.3 y 4 se muestran los resultados obtenidos cuando la zona se divide en dos subzonas **Oeste-Este** o **Norte-Sur**, y para las combinaciones de tres y la de cuatro respectivamente

Subzona	OESTE				ESTE			
Archivo	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**
ABC	0,47	254	0,73	0,47	0,60	190	0,78	0,60
ABD	0,59	141	0,77	0,59	0,53	204	0,74	0,53
ACD	0,51	143	0,73	0,51	0,54	211	0,74	0,54
ABCD	0,56	206	0,76	0,57	0,63	212	0,79	0,63

Tabla 5A.3 Parámetros para la evaluación del modelo en las subzonas Oeste-Este

Subzona	NORTE				SUR			
Archivo	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**
ABC	0,59	189	0,78	0,60	0,56	189	0,78	0,56
ABD	0,55	189	0,75	0,55	0,57	214	0,78	0,57
ACD	0,50	203	0,71	0,50	0,45	206	0,71	0,45
ABCD	0,36	206	0,62	0,40	0,56	209	0,77	0,56

Tabla 5A.4 Parámetros para la evaluación del modelo en las subzonas Norte-Sur

Cualquiera sea la subdivisión y/o la combinación considerada no se manifiestan diferencias significativas entre los valores de **S**, todos son valores superiores a 62%; asimismo se observa que éstos son superiores a **TSS**.

En la Tabla 5A.5 se muestran los resultados obtenidos cuando la zona se divide en cuatro subzonas **noroeste-noreste-sudoeste-sudeste:**

Subzona	NOR OESTE				NOR ESTE			
Archivo	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**
ABC	0,58	185	0,76	0,59	0,55	189	0,75	0,56
ABD	0,63	143	0,78	0,64	0,57	138	0,75	0,59
ACD	0,42	192	0,66	0,43	0,50	205	0,71	0,51
ABCD	0,49	196	0,72	0,51	0,62	142	0,77	0,63
	SUD OESTE				SUD ESTE			
ABC	0,62	194	0,80	0,62	0,54	185	0,75	0,54
ABD	0,58	139	0,76	0,58	0,51	200	0,73	0,52
ACD	0,54	145	0,74	0,54	0,50	205	0,71	0,50
ABCD	0,63	142	0,78	0,63	0,58	206	0,76	0,59

Tabla 5A.5: Parámetros para la evaluación del modelo en las subzonas Noroeste-Noreste-Sudoeste-Sudeste

Al igual que en el caso anterior, para cada una de las subzonas y cualquiera sea la combinación considerada el valor de **S** supera el 66% y asimismo es mayor que **TSS**.

5B. Segunda parte de la verificación:

5B.1. Escala Temporal:

El modelo de pronóstico se aplicó a una muestra de 118 días elegidos de los periodos comprendidos entre de enero y marzo de 1990, y octubre de 1991 a enero de 1992.

En base al análisis realizado en el Capítulo 3, se muestra a continuación la distribución de los porcentajes obtenidos de las ecuaciones de probabilidad y los resultados de la verificación de dichos casos. Los valores de todos los parámetros calculados para la escala temporal se muestran en el Anexo BC5 Punto BC51.

5B.1.1. Primer período de 24 horas (C24):

La distribución de la frecuencia relativa de los porcentajes obtenidos por medio de las ecuaciones de probabilidad, para las combinaciones que presentaron los mayores porcentajes de acierto total, se muestran en la Figura 5B.1.

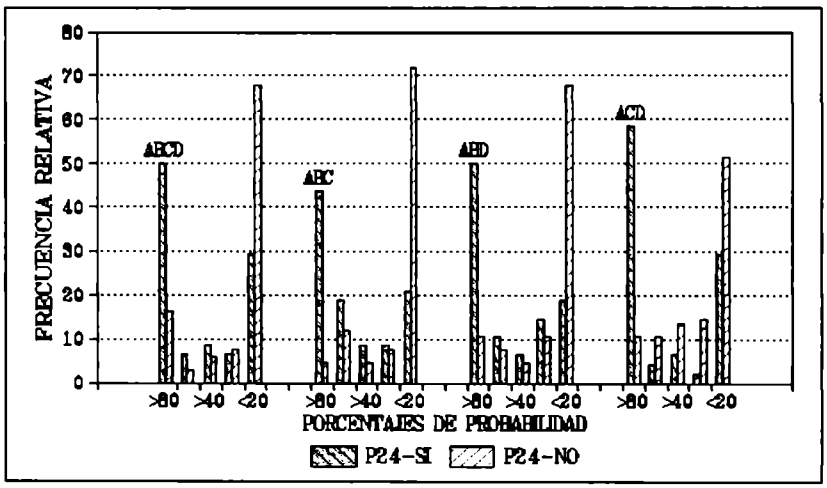

Figura 5B.1: Distribución de los porcentajes de probabilidad período C24

La mayor frecuencia relativa de aciertos de ocurrencia de convección se obtienen con valores de probabilidad mayores al 60% presentándose la mayor frecuencia en el intervalo 81% - 100%. Con respecto a los porcentajes de no ocurrencia, la mayor cantidad de casos se agrupan en el intervalo 0%-20%.

Comparativamente las falsas alarmas presentan una mayor frecuencia relativa que las sorpresas.

En la Tabla 5B.1 se muestran los parámetros calculados para la verificación, se observa que el Coeficiente de Asociación de Yule (**YI**) es positivo en todos los casos indicando la asociación positiva entre los pronósticos y la ocurrencia del fenómeno. La utilidad de la metodología puede relacionarse con el Skill-Score (**S**) el cual es mayor que cero en todos los casos y con valores entre 43% y 50%.

Otros de los parámetros que se relacionan con la utilidad de la metodología son el Verdadero Acierto Estadístico (**TSS**) a través de su valor positivo y la supremacía de Probabilidad de Detección (**POD**) sobre la Probabilidad de Falsas Detecciones (**POFD**), tal como puede observarse en la Tabla 5B.1.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,65	0,26	0,16	0,22	0,50	0,50	0,50	0,75	0,52
ABD	0,67	0,27	0,17	0,22	0,50	0,50	0,50	0,75	0,53
ACD	0,73	0,31	0,23	0,19	0,50	0,50	0,50	0,75	0,55
ABCD	0,60	0,31	0,19	0,25	0,42	0,43	0,43	0,71	0,47

Tabla 5B.1: Parámetros de evaluación del pronóstico en el período C24

La **POD** es superior a 60% y se observan bajos porcentajes de **FAR**. Los altos porcentaje de Pronósticos Nulos Correctos (**FOCN**) se evidencian a través de bajos porcentajes de Detecciones Fallidas (**DFR**).

5B.1.2. Primer período de 12 horas (C121):

En la Figura 5B.2 se muestra la distribución de los porcentajes de probabilidad para el período C121. Las mayores frecuencias de aciertos de ocurrencia y de no ocurrencia se agrupan respectivamente en los intervalos 81%-100% y 0%-20%, la combinación ABD registra una alta frecuencia de sorpresas.

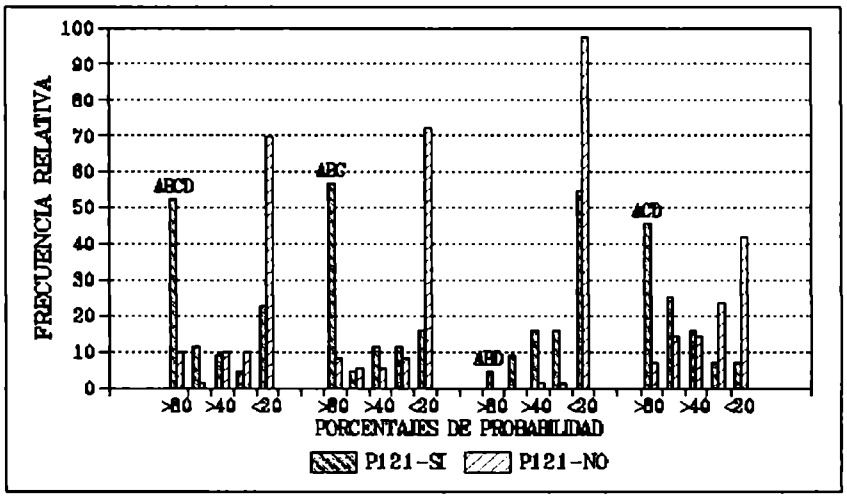

Figura 5B.2: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C121

En la Tabla 5B.2 se presentan los coeficientes calculados para la evaluación, el valor positivo del **YI** indica que los pronósticos están positivamente asociados con las ocurrencias del evento.

Los valores positivos de **S** y **TSS,** superiores a 49%, indicarían que la metodología supera los pronósticos al azar, excepto si se utiliza la combinación ABD.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,64	0,28	0,15	0,20	0,49	0,50	0,50	0,75	0,51
ABD	0,18	0	0	0,33	0,18	0,22	0,35	0,67	0,18
ACD	0,73	0,33	0,22	0,17	0,51	0,50	0,50	0,75	0,53
ABCD	0,68	0,21	0,11	0,18	0,57	0,59	0,59	0,80	0,58

Tabla 5B.2: Parámetros para la evaluación del pronóstico en el período C121

La **POD** es superior a 64%, indicando que el modelo pronostica correctamente la ocurrencia de convección, exceptuando la combinación ABD, lo que puede corroborarse al comparar el resto de los parámetros calculados.

5B.1.3. Segundo período de 12 horas (C122):

En este segundo período de 12 horas (Figura 5B.3.) sólo en las combinaciones de tres archivos las mayores frecuencias de acierto de no ocurrencia y de ocurrencia se encuentran respectivamente en los intervalos 0%-20% y 81%-100%. En el último intervalo ABD presenta la mayor frecuencia de FAR comparado con los otros intervalos.

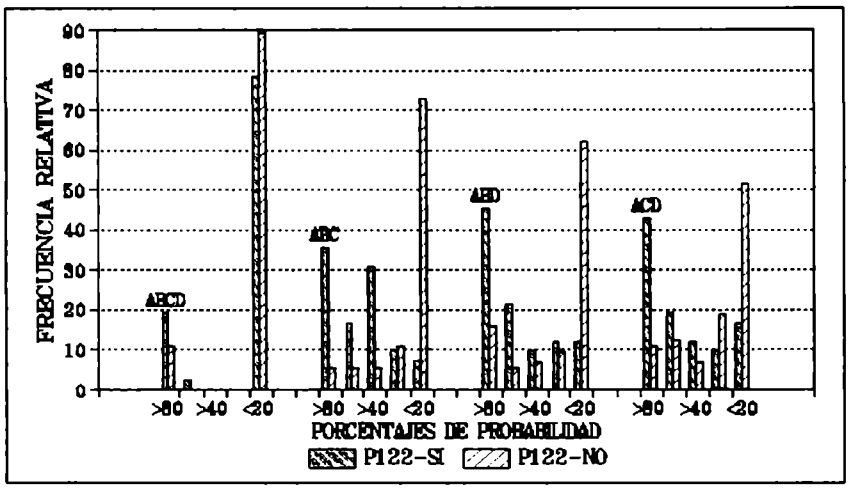

Figura 5B.3.: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C122

En la combinación ABC la cantidad de casos de acierto en el intervalo 41%-60% en similar a los del intervalo 81%-100%. Con respecto a la combinación ABCD, la frecuencia de sorpresas es notablemente superior a la frecuencia de aciertos.

Los parámetros para la evaluar este período, Tabla 5B.3, muestran un **YI** positivo en todos los casos, registrándose las mismas condiciones con **S** y **TSS**, pero con valores menores a los hallados para el período anterior C121, y en la combinación ABCD valores cercanos a cero. Esta disminución en los parámetros indicaría que en algunos casos la convección de este período se originó en el período anterior.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,52	0,24	0,09	0,23	0,43	0,46	0,48	0,74	0,45
ABD	0,67	0,36	0,21	0,19	0,46	0,45	0,45	0,72	0,48
ACD	0,59	0,39	0,21	0,22	0,38	0,39	0,39	0,69	0,43
ABCD	0,19	0,43	0,08	0,33	0,12	0,13	0,16	0,58	0,17

Tabla 5B.3 Parámetros utilizados para la evaluación en el período C122

Con respecto a la **POD** la combinación ABCD es que presenta el menor porcentaje, en el resto los valores son superiores a 50%, observándose el mayor valor en ABD. En todos los casos se registran bajos valores de **FAR** y **DFR**, obviamente exceptuando ABCD.

Para el pronóstico de convección en el intervalo C122 se puede usar cualquiera de las combinaciones de tres conjuntos, preferentemente ABD.

5B.1.4. Primer período de 6 horas (C61):

En la Figura 5B.4. se muestra la distribución de los porcentajes de probabilidad para el período C61, se observa que los dos intervalos que abarcan porcentajes entre 0% y 40% contienen la mayor cantidad de aciertos de no ocurrencia con la máxima frecuencia en el rango 0%-20%.

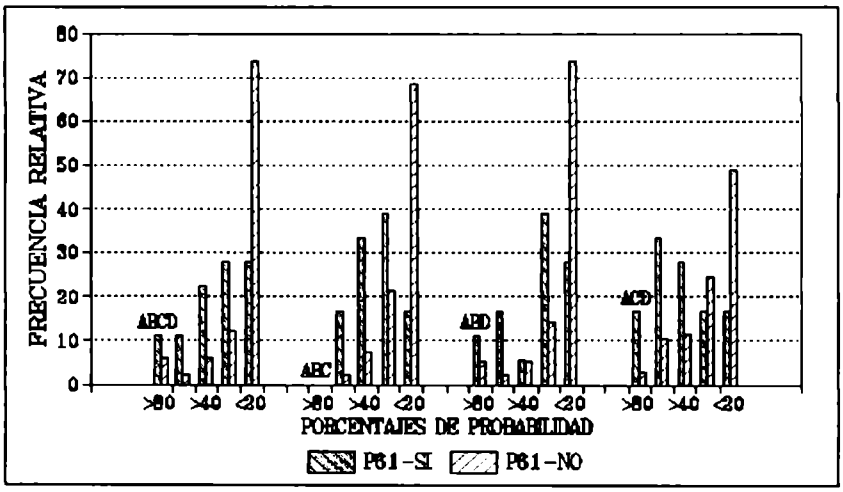

Figura 5B.4: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C61

La frecuencia de aciertos de ocurrencia con porcentajes mayores a 60% es notablemente pequeña, debido a la baja frecuencia de ocurrencia de convección en este período (Figura 2.3.2.1 - Capítulo 2).

La Tabla 5B.4 se refiere a los parámetros utilizados para la evaluación; en ella se presenta un **YI** positivo en casi todas las combinaciones, excepto en ABD donde los pronósticos están negativamente asociados con las ocurrencias del fenómeno.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,11	0,50	0,02	0,14	0,09	0,13	0,18	0,59	0,10
ABD	0	1	0,10	0,17	-0,10	-0,12	-0,13	0,43	0
ACD	0,44	0,62	0,13	0,10	0,31	0,29	0,30	0,65	0,26
ABCD	0,17	0,73	0,08	0,14	0,09	0,10	0,11	0,55	0,11

Tabla 5B.4 Parámetros utilizados para la evaluación en el período C61

Una condición similar se observa para **S** y **TSS**, son mayores que cero excepto en ABD. Estas características hacen que ABD no sea útil el pronóstico del evento en este período.

El valor nulo de **POD** complementa lo mencionado sobre ABD; en ACD se presenta el mayor valor y en los dos restantes no superan el 17% y en todos los casos se observan valores de **FAR** superiores a **FOD**.

Por lo tanto ninguna de las combinaciones es de utilidad para el pronóstico en este período, y relacionado fundamentalmente con la frecuencia de ocurrencia de convección en este período.

5B.1.5. Segundo período de 6 horas - C62

En este período las mayores frecuencias de aciertos de ocurrencia y de no ocurrencia se agrupan respectivamente en los intervalos 0%-20% y 81%-100% (Figura 5B.5), destacándose la combinación ABD por la alta frecuencia de probabilidad de no ocurrencia en el último intervalo aumentando de esta forma la cantidad de sorpresas.

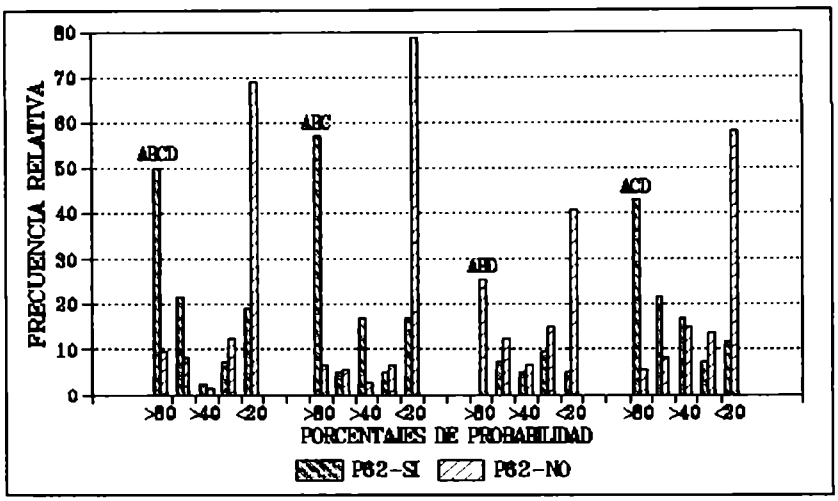

Figura 5B.5: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C62

Con respecto al **YI** este es positivo en todos los casos, observándose lo mismo con **S** y **TSS**, todos con valores superiores a 49%, Tabla 5B.5.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,64	0,25	0,12	0,18	0,52	0,54	0,54	0,77	0,53
ABD	0,83	0,40	0,30	0,12	0,53	0,49	0,51	0,75	0,54
ACD	0,67	0,26	0,13	0,17	0,54	0,55	0,55	0,77	0,54
ABCD	0,71	0,29	0,16	0,16	0,56	0,56	0,56	0,78	0,56

Tabla 5B.5: Parámetros utilizados para la evaluación en el período C62

En todos los casos la **POD** es mayor a 64%, el más alto se presenta en la combinación ABD, pero significativamente esta combinación es la que presenta los mayores porcentajes de **FAR** y de **POFD**.

Con excepción de ABD, con cualquier combinación se puede pronosticar con un alto porcentaje de acierto la ocurrencia de convección en este período.

5B.1.6. Tercer período de 6 horas - C63

En este período, Figura 5B.6, las mayores frecuencias relativas de no ocurrencia se agrupan en el intervalo 0%-20% y las de ocurrencia en 81%-100%. La combinación ACD presenta un máximo secundario de probabilidad de no ocurrencia en el intervalo 21%-40%, y con respecto a la combinación ABC no existen diferencias entre la frecuencia de este último intervalo y el siguiente 61%-80%.

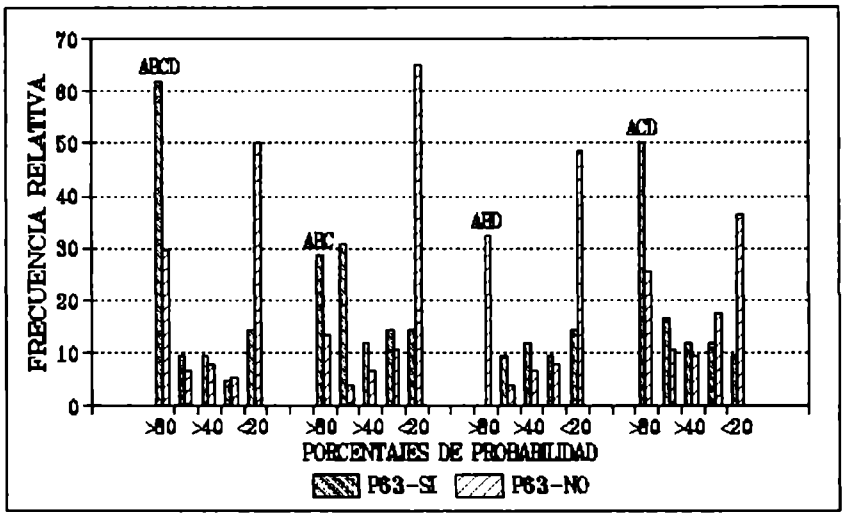

Figura 5B.6: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C63

La Tabla 5B.6. muestra valores de **YI**, **S** y **TSS** siempre positivos, pero que no superan el 41%, esta condición podría ser la misma que prevalece en el intervalo C122 respecto de la persistencia o continuación de la convección que se originó en el intervalo anterior.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,55	0,34	0,16	0,23	0,39	0,40	0,41	0,70	0,43
ABD	0,64	0,47	0,32	0,22	0,33	0,31	0,32	0,66	0,41
ACD	0,71	0,45	0,33	0,19	0,38	0,36	0,37	0,68	0,45
ABCD	0,74	0,45	0,33	0,18	0,41	0,38	0,39	0,70	0,46

Tabla 5B.6 Parámetros utilizados para la evaluación en el período C63

Los valores de **POD** son superiores a 55% y en todos los casos se observan porcentajes menores de **FAR** y **DFR**.

5B.1.7. Cuarto período de 6 horas - C64

La Figura 5B.7 muestra las características similares de este período con C61 (Figura 5B.4) respecto de los porcentajes de probabilidad de ocurrencia; las mayores frecuencias se encuentran en el intervalo 0%-20% y el segundo máximo en 21%-40%, nuevamente relacionado con la frecuencia relativa de ocurrencia de convección en este período (Figura 2.3.2.1 - Capítulo 2).

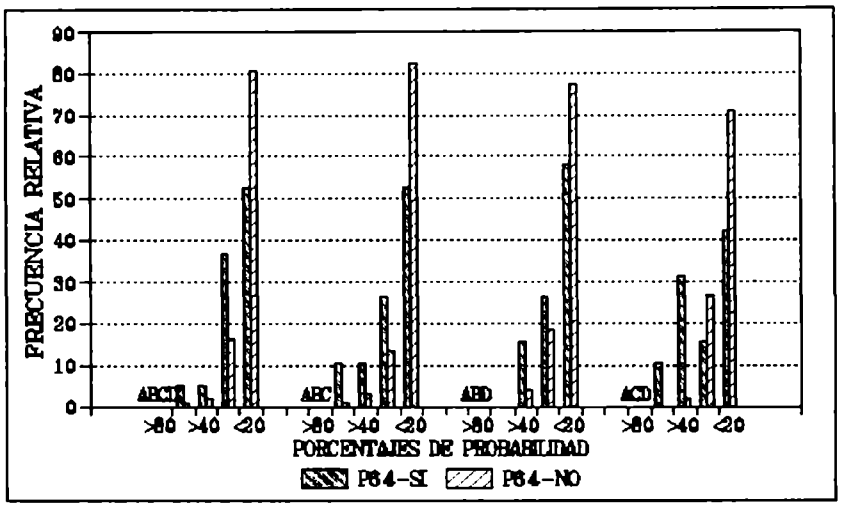

Figura 5B.7: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C64

Con respecto a la Tabla 5B.7. el **YI** es positivo para ABC y ABCD, en los otros casos es imposible calcularlo ya que no fue posible pronosticar la ocurrencia del evento. Lo mismo ocurrió con el cálculo de **S** y **TSS**.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,05	0,50	0,01	0,16	0,04	0,07	0,12	0,56	5
ABD	0		0	0,16	0	0			0
ACD	0		0	0,16	0	0			0
ABCD	0,05	0,50	0,01	0,16	0,04	0,07	0,12	0,56	5

Tabla 5B.7: Parámetros utilizados para la evaluación en el período C64

La **POD** en ABC y ABCD presentan porcentajes inferiores al 10% y adquiere el valor 0 en los casos ACD y ABD. Sólo pudo calcularse **FAR** para ABC y ABCD.

La metodología propuesta no presenta altos porcentajes de aciertos de ocurrencia, pero si altos porcetajes de pronósticos nulos correctos, esto se debe a la frecuencia de ocurrencia de convección en este período, tal como ocurre en el período C61.

5B.1.8. Segundo período de 24 horas - C48

Para este período las frecuencias de probabilidad de ocurrencia se distribuyen homogéneamente a partir del intervalo 41%-60%, Figura 5B.8.

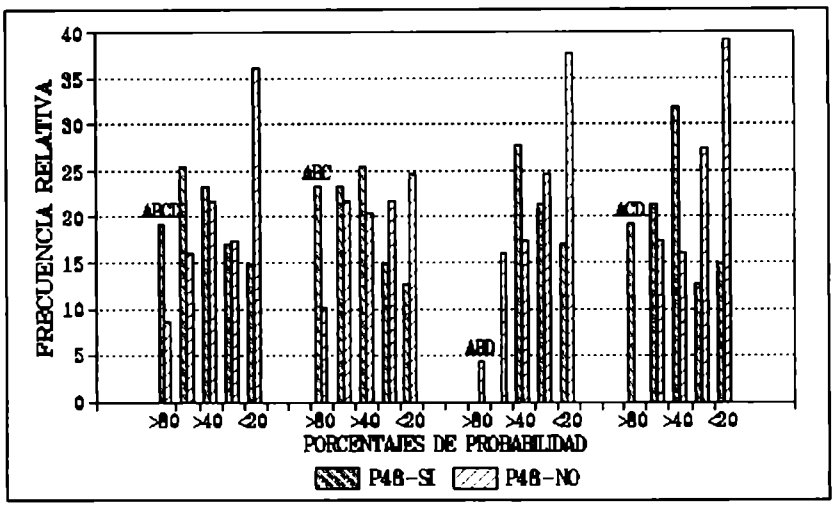

Figura 5B.8: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C48

Las máximas frecuencias de probabilidad de no ocurrencia se encuentran en el intervalo 0%-20%.

La Tabla 5B.8 muestra valores de **YI**, **S** y **TSS** positivos e inferiores al 40%, lo cual indica la persistencia de las condiciones desde el período C24.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,49	0,48	0,30	0,32	0,19	0,20	0,20	0,60	0,34
ABD	0,38	0,44	0,20	0.34	0,19	0,20	0,20	0,60	0,30
ACD	0,49	0,34	0,17	0,29	0,32	0,34	0,34	0,67	0,39
ABCD	0,49	0,39	0,21	0,30	0,28	0,29	0,29	0,65	0,37

Tabla 5B.8 Parámetros utilizados para la evaluación en el período C48

Los valores **POD** se encuentran entre 38% y 49%, no existen diferencias significativas con los valores de **FAR** en ABC y éste es superior en ABD, con lo cual la metodología tiene limitaciones debido a que se trata de pronosticar un evento de mesoescala para un intervalo de tiempo mayor respecto de la hora de observación.

5B.1.9. Tercer período de 24 horas - C72

La Figura 5B.9 muestra que las frecuencias relativas de ocurrencia de convección se agrupan en los intervalos menores a 60%. Los casos de no ocurrencia presentan las mayores frecuencias en los intervalos 0%-40%.

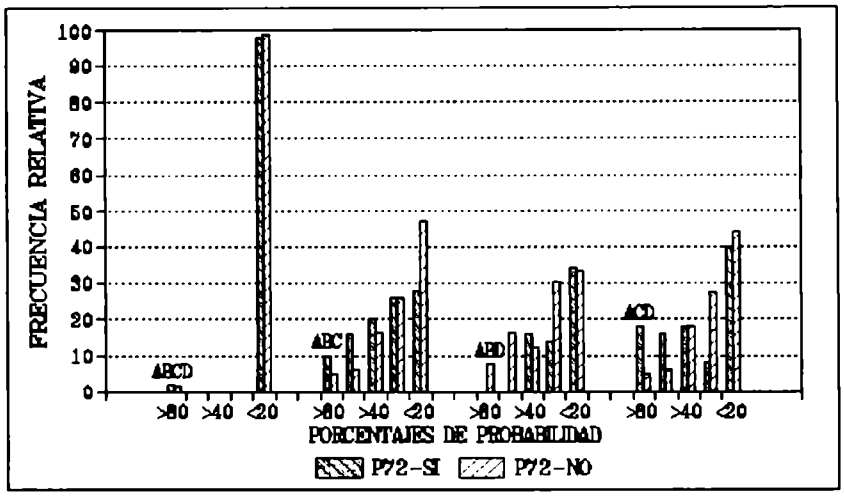

Figura 5B.9: Distribución de los porcentajes de probabilidad para C72

Esta distribución de los porcentajes de probabilidad de ocurrencia indica un aumento de falsas alarmas y errores en la clasificación, y al igual que para el período C48 podría deberse a la consideración de una escala de tiempo mayor que la escala del evento que se quiere pronosticar.

Los parámetros para la verificación muestran en la Tabla 5B.9, en ella el **YI**, **S** y **TSS**; son positivos en todos los casos con los valores inferiores a 25%.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,22	0,42	0,12	0,39	0,02	0,11	014	6,88	18,97
ABD	0,38	0,46	0,23	0,37	0,14	0,15	0,16	57,83	28,79
ACD	0,38	0,35	0,15	0,35	0,23	0,25	0,27	63,37	31,67
ABCD	0,02	0	0	0,42	0,02	0,02	0,11	55,39	2

Tabla 5B.9: Parámetros utilizados para la evaluación en el período C72

Los valores de **POD** son inferiores a 38%, pero sólo en la combinación ACD es ligeramente superior a **FAR**. En todos los casos se registran valores de **DFR** superiores a **POD**, esto indica que la metodología puede usarse con limitaciones.

5B.2. Escala Espacial

5B.2.1. Toda la zona:

Para toda la Zona la Figura 5B.10 presenta en todas las combinaciones bajas frecuencias de probabilidad de ocurrencia en los intervalos superiores a 61%, aumentando éstas en los intervalos inferiores, indicando un alto porcentaje de falsas alarmas. La combinación ABC presenta una alta frecuencia de errores. Con respecto a la probabilidad de no ocurrencia las mayores frecuencias se encuentran en los intervalos menores a 40%.

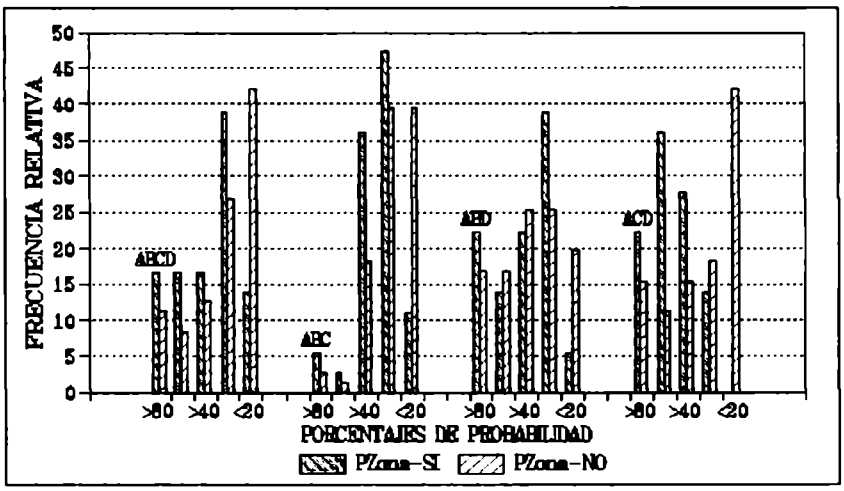

Figura 5B.10.: Distribución de los porcentajes de probabilidad para toda la zona

Los coeficientes para la verificación, Tabla 5B.10, muestran en todos los casos el **YI**, **S** y **TSS** positivos, pero el mejor valor en la combinación ACD.

	POD	FAR	POFD	DFR	TSS	S	YI	EPS	CSI
ABC	0,05	0,50	0,03	0,33	0,03	0,03	0,07	53,31	5,13
ABD	0,35	0,64	0,32	0,33	0,03	0,03	0,03	51,61	21,67
ACD	0,68	0,42	0,25	0,18	0,42	0,41	0,41	70,62	45,45
ABCD	0,32	0,52	0,18	0,30	0,14	0,16	0,16	58,10	24

Tabla 5B.10: Parámetros utilizados para la evaluación en toda la zona

La **POD** sólo presenta valores mayores al 65% en la combinación ACD, en el resto de los casos los valores de **FAR** superan a POD, con lo cual se concluye que la metodología sólo sería útil con la combinación ACD.

El mejoramiento de la predicción se basaría en la incorporación de otros predictores que representen las características meteorológicas y del terreno que inciden en la ocurrencia de precipitación convectiva en el área.

5B.2.2. Subzonas:

Los coeficientes calculados para la verificación en las subzonas son los utilizados para los pronósticos policotómicos y en este caso, subzonas **Oeste-Este** Tabla 5B.11, se observan valores positivos de **S** en todos los casos, lo que indica la utilidad de la metodología superándose los pronósticos al azar.

El mayor porcentaje de S para la subzona Oeste se registra con la combinación ABC y para la subzona Este con ACD, pero notablemente menor.

Subzona	OESTE				ESTE			
Archivo	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**
ABC		73	0,777		-0.001	10	0,106	-0.003
ABD	-0.079	13	0,138	-0.099	-0.032	8	0,085	-0.101
ACD	-0.030	7	0,075	-0.118	-0.090	33	0,351	-0.117
ABCD	0.079	20	0,213	0.085	0.004	14	0,149	0.006

Tabla 5B.11 Parámetros utilizados para la evaluación en las subzona Oeste-Este

Para las subzonas Norte-Sur, Tabla 5B.12, los valores obtenidos de **S** si bien son positivos son significativamente inferiores a los de la subzona Oeste-Este, con lo cual esta última sería la mejor división para pronosticar la ocurrencia de precipitación convectiva en el área.

Subzona	NORTE				SUR			
Archivo	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**
ABC	-0.012	10	0,106	-0.032	0.010	7	0,074	0.086
ABD	-0.010	8	0,085	-0.065	-0.000	5	0,053	-0.002
ACD	-0.054	8	0,085	-0.120	-0.007	4	0,043	-0.073
ABCD	-0.111	12	0,128	-0.148	0.007	8	0,085	0.035

Tabla 5B.12 Parámetros utilizados para la evaluación en las subzonas Norte-Sur

En el caso de dividir la zona en cuatro subzonas Noroeste-Noreste-Sudoeste-Sudeste, Tabla 5B.13, se observa que los valores de **S** no presentan

diferencias significativas en cada caso, y si bien son positivos son claramente pequeños.

Subzona	NOR OESTE				NOR ESTE			
Archivo	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**	**TSS (R)**	**C=tr(N)**	**S = C/N**	**TSS (N,E)**
ABC	-0.024	10	0,106	-0.046	0.003	8	0,085	0.151
ABD	0.003	10	0,106	0.073	0.021	17	0,181	0.021
ACD	-0.085	11	0,117	-0.132	-0.002	7	0,075	-0.038
ABCD	-0.101	14	0,149	-0.141	-0.053	16	0,170	-0.071
	SUD OESTE				SUD ESTE			
ABC	0.009	13	0,138	0.025	-0.048	11	0,117	-0.098
ABD	-0.042	13	0,138	-0.105	-0.026	18	0,191	-0.054
ACD	-0.018	12	0,128	-0.068	0.000	9	0,096	0.004
ABCD	-0.076	9	0,096	-0.142	0.027	13	0,138	0.027

Tabla 5B.13 Parámetros utilizados para la evaluación en las subzona NO-NE-SO-SE

ANEXO A - C5

Verificación del modelo estadístico de pronóstico

AC51 Escala temporal:

AC51.1. Primer período de 24 horas (C24)

Tabla AC51.1: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C24 individuales

Archivo **A**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,47	Conv p = 0,53
No Conv	73,81	93	33
Conv	82,39	25	117
Total	78,36	118	150

A	SI	NO	Suma	78,36	A	PORC.ACIERTO
SI	117	25	142	52,99	p	PORC.OCURRA
NO	33	93	126	0,86	Q	COEF.YULE
Suma	150	118	268	134,96	L	CHANCE CLIM.
				0,56	S	SKILL SCORE

Archivo **B**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	74,52	155	53
Conv	68,07	53	113
Total	71,66	208	166

B	SI	NO	Suma	71,66	A	PORC.ACIERTO
SI	113	53	166	44,39	p	PORC.OCURRA
NO	53	155	208	0,72	Q	COEF.YULE
Suma	166	208	374	189,36	L	CHANCE CLIM.
				0,43	S	SKILL SCORE

Archivo **C**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,54	Conv p = 0,46
No Conv	71,63	149	59
Conv	50,57	87	89
Total	61,98	236	148

C	SI	NO	Suma	61,98	A	PORC.ACIERTO
SI	89	87	176	45,83	p	PORC.OCURRA
NO	59	149	208	0,44	Q	COEF.YULE
Suma	148	236	384	195,67	L	CHANCE CLIM.
				0,22	S	SKILL SCORE

Archivo **D**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,54	Conv p = 0,46
No Conv	77,99	124	35
Conv	58,08	57	79
Total	68,81	181	114

D	SI	NO	Suma	68,81	A	PORC.ACIERTO
SI	79	57	136	46,10	p	PORC.OCURRA
NO	35	124	159	0,66	Q	COEF.YULE
Suma	114	181	295	150,11	L	CHANCE CLIM.
				0,37	S	SKILL SCORE

Tabla AC51.2: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C24 combinaciones

Archivo **AB**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,49	Conv p = 0,51
No Conv	78,36	163	45
Conv	79,01	34	128
Total	78,65	197	173

AB	SI	NO	Suma	78,65	A	PORC.ACIERTO
SI	128	34	162	43,78	p	PORC.OCURRA
NO	45	163	208	0,86	Q	COEF.YULE
Suma	173	197	370	186,49	L	CHANCE CLIM.
				0,57	S	SKILL SCORE

Archivo **AC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,47	Conv p = 0,53
No Conv	72,66	93	35
Conv	82,07	26	119
Total	77,66	119	154

AC	SI	NO	Suma	77,66	A	PORC.ACIERTO
SI	119	26	145	53,11	p	PORC.OCURRA
NO	35	93	128	0,85	Q	COEF.YULE
Suma	154	119	273	137,59	L	CHANCE CLIM.
				0,55	S	SKILL SCORE

Archivo **AD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,47	Conv p = 0,53
No Conv	73,12	68	25
Conv	85,58	15	89
Total	79,69	83	114

AD	SI	NO	Suma	79,70	A	PORC.ACIERTO
SI	89	15	104	52,79	p	PORC.OCURRA
NO	25	68	93	0,88	Q	COEF.YULE
Suma	114	83	197	99,37	L	CHANCE CLIM.
				0,59	S	SKILL SCORE

Archivo **ABC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,49	Conv p = 0,51
No Conv	74,22	95	33
Conv	85,82	19	115
Total	80,15	114	148

ABC	SI	NO	Suma	80,15	A	PORC.ACIERTO
SI	115	19	134	51,15	p	PORC.OCURRA
NO	33	95	128	0,89	Q	COEF.YULE
Suma	148	114	262	131,39	L	CHANCE CLIM.
				0,60	S	SKILL SCORE

Archivo ABD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,50	Conv p = 0,50
No Conv	83,85	135	26
Conv	80,16	24	97
Total	82,27	159	123

ABD	SI	NO	Suma	82,27	A	PORC.ACIERTO
SI	97	24	121	42,91	p	PORC.OCURRA
NO	26	135	161	0,91	Q	COEF.YULE
Suma	123	159	282	143,55	L	CHANCE CLIM.
				0,64	S	SKILL SCORE

Archivo ACD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,47	Conv p = 0,53
No Conv	72,34	68	26
Conv	82,69	18	86
Total	77,78	86	112

ACD	SI	NO	Suma	77,78	A	PORC.ACIERTO
SI	86	18	104	52,53	p	PORC.OCURRA
NO	26	68	94	0,85	Q	COEF.YULE
Suma	112	86	198	99,66	L	CHANCE CLIM.
				0,55	S	SKILL SCORE

Archivo ABCD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,50	Conv p = 0,50
No Conv	85	136	24
Conv	78,33	26	94
Total	81,85	162	118

ABCD	SI	NO	Suma	82,14	A	PORC.ACIERTO
SI	94	26	120	42,86	p	PORC.OCURRA
NO	24	136	160	0,91	Q	COEF.YULE
Suma	118	162	280	143,14	L	CHANCE CLIM.
				0,63	S	SKILL SCORE

AC51.2. Períodos de 12 horas (C121 - C122):

Tabla AC51.3: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C121 individuales

Archivo A	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,53	Conv p = 0,47
No Conv	75,17	106	35
Conv	74,8	32	95
Total	75	138	130

A	SI	NO	Suma	75,00	A	PORC.ACIERTO
SI	95	32	127	47,39	p	PORC.OCURRA
NO	35	106	141	0,80	Q	COEF.YULE
Suma	130	138	268	134,21	L	CHANCE CLIM.
				0,50	S	SKILL SCORE

Archivo B	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,61	Conv p = 0,39
No Conv	83,48	187	37
Conv	58,86	58	83
Total	73,97	245	120

B	SI	NO	Suma	73,97	A	PORC.ACIERTO
SI	83	58	141	38,63	p	PORC.OCURRA
NO	37	187	224	0,76	Q	COEF.YULE
Suma	120	245	365	196,71	L	CHANCE CLIM.
				0,44	S	SKILL SCORE

Archivo C	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,60	Conv p = 0,40
No Conv	79,22	183	48
Conv	43,42	86	66
Total	65,01	269	114

C	SI	NO	Suma	65,01	A	PORC.ACIERTO
SI	66	86	152	39,69	p	PORC.OCURRA
NO	48	183	231	0,49	Q	COEF.YULE
Suma	114	269	383	207,49	L	CHANCE CLIM.
				0,24	S	SKILL SCORE

Archivo D	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,61	Conv p = 0,39
No Conv	85,56	154	26
Conv	49,56	58	57
Total	71,52	212	83

D	SI	NO	Suma	71,53	A	PORC.ACIERTO
SI	57	58	115	38,98	p	PORC.OCURRA
NO	26	154	180	0,71	Q	COEF.YULE
Suma	83	212	295	161,71	L	CHANCE CLIM.
				0,37	S	SKILL SCORE

Tabla AC51.4: Tabla de contingencia y parámetros de evaluación período C121 combinaciones

Archivo AB	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,53	Conv p = 0,47
No Conv	73,76	104	37
Conv	81,97	22	100
Total	71,57	126	137

AB	SI	NO	Suma	77,57	A	PORC.ACIERTO
SI	100	22	122	46,39	p	PORC.OCURRA
NO	37	104	141	0,85	Q	COEF.YULE
Suma	137	126	263	131,10	L	CHANCE CLIM.
				0,55	S	SKILL SCORE

Archivo AC	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,52	Conv p = 0,48
No Conv	75,18	106	35
Conv	76,74	30	99
Total	75,92	136	134

AC	SI	NO	Suma	75,93	A	PORC.ACIERTO
SI	99	30	129	47,78	p	PORC.OCURRA
NO	35	106	141	0,82	Q	COEF.YULE
Suma	134	136	270	135,04	L	CHANCE CLIM.
				0,52	S	SKILL SCORE

Archivo **AD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,53	Conv p = 0,47
No Conv	77,57	83	24
Conv	70,21	28	66
Total	74,13	111	90

AD	SI	NO	Suma	74,13	A	PORC.ACIERTO
SI	66	28	94	46,77	p	PORC.OCURRA
NO	24	83	107	0,78	Q	COEF.YULE
Suma	90	111	201	101,18	L	CHANCE CLIM.
				0,48	S	SKILL SCORE

Archivo **ABC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,53	Conv p = 0,47
No Conv	77,7	108	31
Conv	84,3	19	102
Total	80,77	127	133

ABC	SI	NO	Suma	80,77	A	PORC.ACIERTO
SI	102	19	121	46,54	p	PORC.OCURRA
NO	31	108	139	0,90	Q	COEF.YULE
Suma	133	127	260	129,79	L	CHANCE CLIM.
				0,62	S	SKILL SCORE

Archivo **ABD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	85,29	87	15
Conv	77,38	19	65
Total	81,72	106	80

ABD	SI	NO	Suma	81,72	A	PORC.ACIERTO
SI	65	19	84	45,16	p	PORC.OCURRA
NO	15	87	102	0,90	Q	COEF.YULE
Suma	80	106	186	94,26	L	CHANCE CLIM.
				0,63	S	SKILL SCORE

Archivo **ACD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,53	Conv p = 0,47
No Conv	82,24	88	19
Conv	72,34	26	68
Total	77,61	114	87

ACD	SI	NO	Suma	77,61	A	PORC.ACIERTO
SI	68	26	94	46,77	p	PORC.OCURRA
NO	19	88	107	0,85	Q	COEF.YULE
Suma	87	114	201	101,37	L	CHANCE CLIM.
				0,55	S	SKILL SCORE

Archivo **ABCD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	85	85	15
Conv	81,93	15	68
Total	83,61	100	83

ABCD	SI	NO	Suma	83,61	A	PORC.ACIERTO
SI	68	15	83	45,36	p	PORC.OCURRA
NO	15	85	100	0,93	Q	COEF.YULE
Suma	83	100	183	92,29	L	CHANCE CLIM.
				0,67	S	SKILL SCORE

Tabla AC51.5: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C122 individuales

Archivo A	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,57	Conv p = 0,43
No Conv	75,32	116	38
Conv	68,42	36	78
Total	72,39	152	116

A	SI	NO	Suma	72,39	A	PORC.ACIERTO
SI	78	36	114	42,54	p	PORC.OCURRA
NO	38	116	154	0,74	Q	COEF.YULE
Suma	116	152	268	136,69	L	CHANCE CLIM.
				0,44	S	SKILL SCORE

Archivo **B**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,64	Conv p = 0,36
No Conv	85	204	36
Conv	61,19	52	82
Total	76,47	256	118

B	SI	NO	Suma	76,47	A	PORC.ACIERTO
SI	82	52	134	35,83	p	PORC.OCURRA
NO	36	204	240	0,80	Q	COEF.YULE
Suma	118	256	374	206,56	L	CHANCE CLIM.
				0,47	S	SKILL SCORE

Archivo **C**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,62	Conv p = 0,38
No Conv	84,87	202	36
Conv	28.26	104	41
Total	63.45	306	77

C	SI	NO	Suma	63,45	A	PORC.ACIERTO
SI	41	104	145	37,86	p	PORC.OCURRA
NO	36	202	238	0,38	Q	COEF.YULE
Suma	77	306	383	219,30	L	CHANCE CLIM.
				0,14	S	SKILL SCORE

Archivo **D**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,62	Conv p = 0,38
No Conv	87,5	161	23
Conv	36,94	70	41
Total	68,47	231	64

D	SI	NO	Suma	68,47	A	PORC.ACIERTO
SI	41	70	111	37,63	p	PORC.OCURRA
NO	23	161	184	0,61	Q	COEF.YULE
Suma	64	231	295	168,16	L	CHANCE CLIM.
				0,27	S	SKILL SCORE

Tabla AC51.6: Tabla de contingencia y parámetros de evaluación período C122 combinaciones

Archivo **AB**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,59	Conv p = 0,41
No Conv	78,85	123	33
Conv	70,09	32	75
Total	75,28	155	108

AB	SI	NO	Suma	75,29	A	PORC.ACIERTO
SI	75	32	107	40,68	p	PORC.OCURRA
NO	33	123	156	0,79	Q	COEF.YULE
Suma	108	155	263	135,88	L	CHANCE CLIM.
				0,49	S	SKILL SCORE

Archivo AC	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	77,42	168	49
Conv	67,14	46	94
Total	73,39	214	143

AC	SI	NO	Suma	73,39	A	PORC.ACIERTO
SI	94	46	140	39,22	p	PORC.OCURRA
NO	49	168	217	0,75	Q	COEF.YULE
Suma	143	214	357	186,16	L	CHANCE CLIM.
				0,44	S	SKILL SCORE

Archivo AD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,58	Conv p = 0,42
No Conv	82,61	95	20
Conv	71,95	23	59
Total	78,17	118	79

AD	SI	NO	Suma	78,17	A	PORC.ACIERTO
SI	59	23	82	41,62	p	PORC.OCURRA
NO	20	95	115	0,85	Q	COEF.YULE
Suma	79	118	197	101,77	L	CHANCE CLIM.
				0,55	S	SKILL SCORE

Archivo ABC	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,59	Conv p = 0,41
No Conv	81,25	195	45
Conv	69,7	40	92
Total	77,15	235	137

ABC	SI	NO	Suma	77,15	A	PORC.ACIERTO
SI	92	40	132	35,48	p	PORC.OCURRA
NO	45	195	240	0,82	Q	COEF.YULE
Suma	137	235	372	200,23	L	CHANCE CLIM.
				0,51	S	SKILL SCORE

Archivo ABD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,62	Conv p = 0,38
No Conv	83,42	156	31
Conv	65,26	33	62
Total	77,3	189	93

ABD	SI	NO	Suma	77,30	A	PORC.ACIERTO
SI	62	33	95	33,69	p	PORC.OCURRA
NO	31	156	187	0,81	Q	COEF.YULE
Suma	93	189	282	156,66	L	CHANCE CLIM.
				0,49	S	SKILL SCORE

Archivo ACD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,58	Conv p = 0,42
No Conv	82,14	92	20
Conv	69,14	25	56
Total	76,68	117	76

ACD	SI	NO	Suma	76,68	A	PORC.ACIERTO
SI	56	25	81	41,97	p	PORC.OCURRA
NO	20	92	112	0,82	Q	COEF.YULE
Suma	76	117	193	99,79	L	CHANCE CLIM.
				0,52	S	SKILL SCORE

Archivo ABCD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,61	Conv p = 0,39
No Conv	86,32	101	16
Conv	72,22	20	52
Total	80,95	121	68

ABCD	SI	NO	Suma	80,95	A	PORC.ACIERTO
SI	52	20	72	38,10	p	PORC.OCURRA
NO	16	101	117	0,89	Q	COEF.YULE
Suma	68	121	189	100,81	L	CHANCE CLIM.
				0,59	S	SKILL SCORE

AC51.3. Periodos de 6 horas (C61 - C62 - C63 - C64):

Tabla AC51.7: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación periodo C61 invidivuales

Archivo A	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,76	Conv p = 0,24
No Conv	94,8	292	16
Conv	44,28	39	31
Total	84,45	331	47

A	SI	NO	Suma	85,45	A	PORC.ACIERTO
SI	31	39	70	18,52	p	PORC.OCURRA
NO	16	292	308	0,87	Q	COEF.YULE
Suma	47	331	378	278,41	L	CHANCE CLIM.
				0,45	S	SKILL SCORE

Archivo B	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,82	Conv p = 0,18
No Conv	98,67	297	4
Conv	7,81	59	5
Total	82,74	356	9

B	SI	NO	Suma	82,74	A	PORC.ACIERTO
SI	5	59	64	17,53	p	PORC.OCURRA
NO	4	297	301	0,73	Q	COEF.YULE
Suma	9	356	365	295,16	L	CHANCE CLIM.
				0,10	S	SKILL SCORE

Archivo C	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,81	Conv p = 0,19
No Conv	98,07	305	6
Conv	9,58	66	7
Total	81,25	371	13

C	SI	NO	Suma	81,25	A	PORC.ACIERTO
SI	7	66	73	19,01	p	PORC.OCURRA
NO	6	305	311	0,69	Q	COEF.YULE
Suma	13	371	384	302,94	L	CHANCE CLIM.
				0,11	S	SKILL SCORE

Archivo D	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,82	Conv p = 0,18
No Conv	97,11	235	7
Conv	15,09	45	8
Total	82,37	280	15

D	SI	NO	Suma	82,37	A	PORC.ACIERTO
SI	8	45	53	17,97	p	PORC.OCURRA
NO	7	235	242	0,71	Q	COEF.YULE
Suma	15	280	295	232,39	L	CHANCE CLIM.
				0,17	S	SKILL SCORE

Tabla AC51.8: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C61 combinaciones

Archivo **AB**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,82	Conv p = 0,18
No Conv	96,72	295	10
Conv	27,78	52	20
Total	83,55	347	30

AB	SI	NO	Suma	83,55	A	PORC.ACIERTO
SI	20	52	72	19,10	p	PORC.OCURRA
NO	10	295	305	0,84	Q	COEF.YULE
Suma	30	347	377	286,46	L	CHANCE CLIM.
				0,32	S	SKILL SCORE

Archivo **AC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,81	Conv p = 0,19
No Conv	97,43	303	8
Conv	34,25	48	25
Total	85,42	351	33

AC	SI	NO	Suma	85,42	A	PORC.ACIERTO
SI	25	48	73	19,01	p	PORC.OCURRA
NO	8	303	311	0,90	Q	COEF.YULE
Suma	33	351	384	290,55	L	CHANCE CLIM.
				0,40	S	SKILL SCORE

Archivo **AD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,81	Conv p = 0,19
No Conv	94,94	225	12
Conv	31,48	37	17
Total	83,16	262	29

AD	SI	NO	Suma	83,16	A	PORC.ACIERTO
SI	17	37	54	18,56	p	PORC.OCURRA
NO	12	225	237	0,79	Q	COEF.YULE
Suma	29	262	291	218,76	L	CHANCE CLIM.
				0,32	S	SKILL SCORE

Archivo **ABC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,82	Conv p = 0,18
No Conv	96,38	293	11
Conv	34,72	47	25
Total	84,57	340	36

ABC	SI	NO	Suma	84,57	A	PORC.ACIERTO
SI	25	47	72	19,15	p	PORC.OCURRA
NO	11	293	304	0,87	Q	COEF.YULE
Suma	36	340	376	281,79	L	CHANCE CLIM.
				0,38	S	SKILL SCORE

Archivo **ABD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,83	Conv p = 0,17
No Conv	97,46	230	6
Conv	21,74	36	10
Total	85,11	266	16

ABD	SI	NO	Suma	85,11	A	PORC.ACIERTO
SI	10	36	46	16,31	p	PORC.OCURRA
NO	6	230	236	0,83	Q	COEF.YULE
Suma	16	266	282	225,22	L	CHANCE CLIM.
				0,26	S	SKILL SCORE

Archivo **ACD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,81	Conv p = 0,19
No Conv	96,2	228	9
Conv	31,48	37	17
Total	84,19	265	26

ACD	SI	NO	Suma	84,19	A	PORC.ACIERTO
SI	17	37	54	18,56	p	PORC.OCURRA
NO	9	228	237	0,84	Q	COEF.YULE
Suma	26	265	291	220,65	L	CHANCE CLIM.
				0,35	S	SKILL SCORE

Archivo **ABCD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,83	Conv p = 0,17
No Conv	96,54,	223	8
Conv	37,78	28	17
Total	86,96	251	25

ABCD	SI	NO	Suma	86,96	A	PORC.ACIERTO
SI	17	28	45	16,30	p	PORC.OCURRA
NO	8	223	231	0,89	Q	COEF.YULE
Suma	25	251	276	214,15	L	CHANCE CLIM.
				0,42	S	SKILL SCORE

Tabla AC51. 9: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C62 individuales

Archivo **A**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,54	Conv p = 0,46
No Conv	77,07	114	34
Conv	74,19	32	92
Total	75,73	146	126

A	SI	NO	Suma	75,74	A	PORC.ACIERTO
SI	92	32	124	45,59	p	PORC.OCURRA
NO	34	114	148	0,81	Q	COEF.YULE
Suma	126	146	272	136,88	L	CHANCE CLIM.
				0,51	S	SKILL SCORE

Archivo **B**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,63	Conv p = 0,37
No Conv	84,42	195	36
Conv	55,97	59	75
Total	73,97	254	111

B	SI	NO	Suma	73,97	A	PORC.ACIERTO
SI	75	59	134	36,71	p	PORC.OCURRA
NO	36	195	231	0,75	Q	COEF.YULE
Suma	111	254	365	201,50	L	CHANCE CLIM.
				0,42	S	SKILL SCORE

Archivo **C**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,62	Conv p = 0,38
No Conv	81,51	194	44
Conv	48,28	75	70
Total	68,93	269	114

C	SI	NO	Suma	68,93	A	PORC.ACIERTO
SI	70	75	145	37,86	p	PORC.OCURRA
NO	44	194	238	0,61	Q	COEF.YULE
Suma	114	269	383	210,32	L	CHANCE CLIM.
				0,31	S	SKILL SCORE

Archivo D	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,63	Conv p = 0,37
No Conv	89,73	166	19
Conv	49,09	56	54
Total	74,58	222	73

D	SI	NO	Suma	74,58	A	PORC.ACIERTO
SI	54	56	110	37,29	p	PORC.OCURRA
NO	19	166	185	0,79	Q	COEF.YULE
Suma	73	222	295	166,44	L	CHANCE CLIM.
				0,42	S	SKILL SCORE

Tabla AC51. 10: Tabla de contingencia y parámetros de evaluación período C62 combinaciones

Archivo AB	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	78,08	114	32
Conv	79,49	24	93
Total	78,71	138	125

AB	SI	NO	Suma	78,71	A	PORC.ACIERTO
SI	93	24	117	44,49	p	PORC.OCURRA
NO	32	114	146	0,86	Q	COEF.YULE
Suma	125	138	263	132,22	L	CHANCE CLIM.
				0,57	S	SKILL SCORE

Archivo AC	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,54	Conv p = 0,46
No Conv	79,58	113	29
Conv	79,67	25	98
Total	79,62	138	127

AC	SI	NO	Suma	79,62	A	PORC.ACIERTO
SI	98	25	123	46,42	p	PORC.OCURRA
NO	29	113	142	0,88	Q	COEF.YULE
Suma	127	138	265	132,89	L	CHANCE CLIM.
				0,59	S	SKILL SCORE

Archivo AD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	82,88	92	19
Conv	73,33	24	66
Total	78,61	116	85

AD	SI	NO	Suma	78,61	A	PORC.ACIERTO
SI	66	24	90	44,78	p	PORC.OCURRA
NO	19	92	111	0,86	Q	COEF.YULE
Suma	85	116	201	102,12	L	CHANCE CLIM.
				0,57	S	SKILL SCORE

Archivo ABC	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	80,71	113	27
Conv	82,76	20	96
Total	81,64	133	123

ABC	SI	NO	Suma	81,64	A	PORC.ACIERTO
SI	96	20	116	45,31	p	PORC.OCURRA
NO	27	113	140	0,91	Q	COEF.YULE
Suma	123	133	256	128,47	L	CHANCE CLIM.
				0,63	S	SKILL SCORE

Archivo ABD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,58	Conv p = 0,42
No Conv	84,25	91	17
Conv	79,01	17	64
Total	82,01	108	81

ABD	SI	NO	Suma	82,01	A	PORC.ACIERTO
SI	64	17	81	42,86	p	PORC.OCURRA
NO	17	91	108	0,91	Q	COEF.YULE
Suma	81	108	189	96,43	L	CHANCE CLIM.
				0,63	S	SKILL SCORE

Archivo ACD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	83,33	90	18
Conv	73,03	24	65
Total	78,68	114	83

ACD	SI	NO	Suma	78,68	A	PORC.ACIERTO
SI	65	24	89	45,18	p	PORC.OCURRA
NO	18	90	108	0,86	Q	COEF.YULE
Suma	83	114	197	99,99	L	CHANCE CLIM.
				0,57	S	SKILL SCORE

Archivo ABCD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,57	Conv p = 0,43
No Conv	85,71	90	15
Conv	83,95	13	68
Total	84,95	103	83

ABCD	SI	NO	Suma	84,95	A	PORC.ACIERTO
SI	68	13	81	43,55	p	PORC.OCURRA
NO	15	90	105	0,94	Q	COEF.YULE
Suma	83	103	186	94,29	L	CHANCE CLIM.
				0,69	S	SKILL SCORE

Tabla AC51. 11: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C63 individuales

Archivo A	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,60	Conv p = 0,40
No Conv	76,87	123	37
Conv	66,66	36	72
Total	72,76	159	109

A	SI	NO	Suma	72,76	A	PORC.ACIERTO
SI	72	36	108	40,30	p	PORC.OCURRA
NO	37	123	160	0,74	Q	COEF.YULE
Suma	109	159	268	138,85	L	CHANCE CLIM.
				0,43	S	SKILL SCORE

Archivo B	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,66	Conv p = 0,34
No Conv	85,48	212	36
Conv	55,56	56	70
Total	75,40	268	106

B	SI	NO	Suma	75,40	A	PORC.ACIERTO
SI	70	56	126	33,69	p	PORC.OCURRA
NO	36	212	248	0,76	Q	COEF.YULE
Suma	106	268	374	213,42	L	CHANCE CLIM.
				0,43	S	SKILL SCORE

Archivo C	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,64	Conv p = 0,36
No Conv	87,80	216	30
Conv	28,47	98	39
Total	66,58	314	69

C	SI	NO	Suma	66,58	A	PORC.ACIERTO
SI	39	98	137	35,77	p	PORC.OCURRA
NO	30	216	246	0,48	Q	COEF.YULE
Suma	69	314	383	226,36	L	CHANCE CLIM.
				0,18	S	SKILL SCORE

Archivo D	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,64	Conv p = 0,36
No Conv	87,83	166	23
Conv	35,85	68	38
Total	69,15	234	61

D	SI	NO	Suma	69,15	A	PORC.ACIERTO
SI	38	68	106	35,93	p	PORC.OCURRA
NO	23	166	189	0,60	Q	COEF.YULE
Suma	61	234	295	171,84	L	CHANCE CLIM.
				0,26	S	SKILL SCORE

Tabla AC51. 12: Tabla de contingencia y parámetros de evaluación período C63 combinaciones

Archivo AB	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,62	Conv p = 0,38
No Conv	82,10	133	29
Conv	69,31	31	70
Total	77,19	164	99

AB	SI	NO	Suma	77,19	A	PORC.ACIERTO
SI	70	31	101	38,40	p	PORC.OCURRA
NO	29	133	162	0,82	Q	COEF.YULE
Suma	99	164	263	139,04	L	CHANCE CLIM.
				0,52	S	SKILL SCORE

Archivo AC	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,59	Conv p = 0,41
No Conv	78,40	127	35
Conv	69,64	34	78
Total	74,82	161	113

AC	SI	NO	Suma	74,82	A	PORC.ACIERTO
SI	78	34	112	40,88	p	PORC.OCURRA
NO	35	127	162	0,79	Q	COEF.YULE
Suma	113	161	274	141,38	L	CHANCE CLIM.
				0,48	S	SKILL SCORE

Archivo AD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,60	Conv p = 0,40
No Conv	84,17	101	19
Conv	71,25	23	57
Total	79,00	124	76

AD	SI	NO	Suma	79,00	A	PORC.ACIERTO
SI	57	23	80	40,00	p	PORC.OCURRA
NO	19	101	120	0,86	Q	COEF.YULE
Suma	76	124	200	104,80	L	CHANCE CLIM.
				0,56	S	SKILL SCORE

Archivo ABC	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,61	Conv p = 0,39
No Conv	79,63	129	33
Conv	73,27	27	74
Total	77,19	156	107

ABC	SI	NO	Suma	77,19	A	PORC.ACIERTO
SI	74	27	101	38,40	p	PORC.OCURRA
NO	33	129	162	0,83	Q	COEF.YULE
Suma	107	156	263	137,18	L	CHANCE CLIM.
				0,52	S	SKILL SCORE

Archivo ABD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,63	Conv p = 0,37
No Conv	85,83	103	17
Conv	72,86	19	51
Total	81,05	122	68

ABD	SI	NO	Suma	81,05	A	PORC.ACIERTO
SI	51	19	70	36,84	p	PORC.OCURRA
NO	17	103	120	0,88	Q	COEF.YULE
Suma	68	122	190	102,11	L	CHANCE CLIM.
				0,59	S	SKILL SCORE

Archivo ACD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,60	Conv p = 0,40
No Conv	88,89	104	13
Conv	73,42	21	58
Total	82,65	125	71

ACD	SI	NO	Suma	82,65	A	PORC.ACIERTO
SI	58	21	79	40,31	p	PORC.OCURRA
NO	13	104	117	0,91	Q	COEF.YULE
Suma	71	125	196	103,23	L	CHANCE CLIM.
				0,63	S	SKILL SCORE

Archivo ABCD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,63	Conv p = 0,37
No Conv	83,76	98	19
Conv	74,29	18	52
Total	80,21	116	71

ABCD	SI	NO	Suma	80,21	A	PORC.ACIERTO
SI	52	18	70	37,43	p	PORC.OCURRA
NO	19	98	117	0,87	Q	COEF.YULE
Suma	71	116	187	99,16	L	CHANCE CLIM.
				0,58	S	SKILL SCORE

Tabla AC51. 13: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C64 individuales

Archivo A	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,81	Conv p = 0,19
No Conv	98,74	313	4
Conv	13,85	56	9
Total	84,29	369	13

A	SI	NO	Suma	84,29	A	PORC.ACIERTO
SI	9	56	65	17,02	p	PORC.OCURRA
NO	4	313	317	0,85	Q	COEF.YULE
Suma	13	369	382	308,42	L	CHANCE CLIM.
				0,18	S	SKILL SCORE

Archivo **B**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,83	Conv p = 017
No Conv	98,72	308	4
Conv	4,84	59	3
Total	83,15	367	7

B	SI	NO	Suma	83,16	A	PORC.ACIERTO
SI	3	59	62	16,58	p	PORC.OCURRA
NO	4	308	312	0,59	Q	COEF.YULE
Suma	7	367	374	307,32	L	CHANCE CLIM.
				0,06	S	SKILL SCORE

Archivo **C**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,83	Conv p = 0,17
No Conv	99,05	314	3
Conv	3,03	64	2
Total	82,51	378	5

C	SI	NO	Suma	82,51	A	PORC.ACIERTO
SI	2	64	66	17,23	p	PORC.OCURRA
NO	3	314	317	0,53	Q	COEF.YULE
Suma	5	378	383	313,72	L	CHANCE CLIM.
				0,03	S	SKILL SCORE

Archivo **D**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,84	Conv p = 0,16
No Conv	100	250	0
Conv	0	47	0
Total	100	297	0

D	SI	NO	Suma	83,95	A	PORC.ACIERTO
SI	1	47	47	16,05	p	PORC.OCURRA
NO	1	250	250	0,68	Q	COEF.YULE
Suma	2	297	297	250,00	L	CHANCE CLIM.
				0,03	S	SKILL SCORE

Tabla AC51. 14: Tabla de contingencia y parámetros de evaluación período C64 combinaciones

Archivo **AB**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,84	Conv p = 0,16
No Conv	99,68	311	1
Conv	16,39	51	10
Total	80,06	362	11

AB	SI	NO	Suma	86,06	A	PORC.ACIERTO
SI	10	51	61	16,35	p	PORC.OCURRA
NO	1	311	312	0,97	Q	COEF.YULE
Suma	11	362	373	304,60	L	CHANCE CLIM.
				0,24	S	SKILL SCORE

Archivo **AC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,83	Conv p = 0,17
No Conv	99,03	306	3
Conv	10,77	58	7
Total	83,69	364	10

AC	SI	NO	Suma	83,69	A	PORC.ACIERTO
SI	7	58	65	17,38	p	PORC.OCURRA
NO	3	306	309	0,85	Q	COEF.YULE
Suma	10	364	374	302,48	L	CHANCE CLIM.
				0,15	S	SKILL SCORE

Archivo **AD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,84	Conv p = 0,16
No Conv	99,22	255	2
Conv	2,13	46	1
Total	84,21	301	3

AD	SI	NO	Suma	84,21	A	PORC.ACIERTO
SI	1	46	47	15,46	p	PORC.OCURRA
NO	2	255	257	0,47	Q	COEF.YULE
Suma	3	301	304	254,93	L	CHANCE CLIM.
				0,02	S	SKILL SCORE

Archivo **ABC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,84	Conv p = 0,16
No Conv	99,01	299	3
Conv	18,64	48	11
Total	85,87	347	14

ABC	SI	NO	Suma	85,87	A	PORC.ACIERTO
SI	11	48	59	16,34	p	PORC.OCURRA
NO	3	299	302	0,92	Q	COEF.YULE
Suma	14	347	361	292,58	L	CHANCE CLIM.
				0,25	S	SKILL SCORE

Archivo **ABD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,86	Conv p = 0,14
No Conv	99,20	248	2
Conv	11,36	39	5
Total	86,05	287	7

ABD	SI	NO	Suma	86,05	A	PORC.ACIERTO
SI	5	39	44	14,97	p	PORC.OCURRA
NO	2	248	250	0,88	Q	COEF.YULE
Suma	7	287	294	245,10	L	CHANCE CLIM.
				0,16	S	SKILL SCORE

Archivo **ACD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,84	Conv p = 0,16
No Conv	98,81	248	3
Conv	6,38	44	3
Total	84,23	292	6

ACD	SI	NO	Suma	84,23	A	PORC.ACIERTO
SI	3	44	47	15,77	p	PORC.OCURRA
NO	3	248	251	0,70	Q	COEF.YULE
Suma	6	292	298	246,89	L	CHANCE CLIM.
				0,08	S	SKILL SCORE

Archivo **ABCD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,85	Conv p = 0,15
No Conv	97,55	239	6
Conv	13,95	37	6
Total	85,07	276	12

ABCD	SI	NO	Suma	85,07	A	PORC.ACIERTO
SI	6	37	43	14,93	p	PORC.OCURRA
NO	6	239	245	0,73	Q	COEF.YULE
Suma	12	276	288	236,58	L	CHANCE CLIM.
				0,16	S	SKILL SCORE

AC51.4. Segundo período de 24 horas (C48):

Tabla AC51.15: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C48 individuales

Archivo **A**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,50	Conv p = 0,50
No Conv	66,83	137	68
Conv	68,60	54	118
Total	67,64	191	186

A	SI	NO	Suma	67,64	A	PORC.ACIERTO
SI	118	54	172	45,62	p	PORC.OCURRA
NO	68	137	205	0,63	Q	COEF.YULE
Suma	186	191	377	188,72	L	CHANCE CLIM.
				0,35	S	SKILL SCORE

Archivo **B**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	71,08	145	59
Conv	59,15	67	97
Total	65,76	212	156

B	SI	NO	Suma	65,76	A	PORC.ACIERTO
SI	97	67	164	44,57	p	PORC.OCURRA
NO	59	145	204	0,56	Q	COEF.YULE
Suma	156	212	368	187,04	L	CHANCE CLIM.
				0,30	S	SKILL SCORE

Archivo **C**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,53	Conv p = 0,47
No Conv	68,63	140	64
Conv	57,54	76	103
Total	63,45	216	167

C	SI	NO	Suma	63,45	A	PORC.ACIERTO
SI	103	76	179	46,74	p	PORC.OCURRA
NO	64	140	204	0,50	Q	COEF.YULE
Suma	167	216	383	193,10	L	CHANCE CLIM.
				0,26	S	SKILL SCORE

Archivo **D**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	71,16	116	47
Conv	54,54	60	72
Total	63,73	176	119

D	SI	NO	Suma	63,73	A	PORC.ACIERTO
SI	72	60	132	44,75	p	PORC.OCURRA
NO	47	116	163	0,50	Q	COEF.YULE
Suma	119	176	295	150,49	L	CHANCE CLIM.
				0,26	S	SKILL SCORE

Tabla AC51.16: Tabla de contingencia y parámetros de evaluación período C48 combinaciones

Archivo **AB**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	70,30	142	60
Conv	66,05	55	107
Total	68,41	197	167

AB	SI	NO	Suma	68,41	A	PORC.ACIERTO
SI	107	55	162	44,51	p	PORC.OCURRA
NO	60	142	202	0,64	Q	COEF.YULE
Suma	167	197	364	183,65	L	CHANCE CLIM.
				0,36	S	SKILL SCORE

Archivo **AC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,54	Conv p = 0,46
No Conv	72,36	144	55
Conv	64,00	63	112
Total	68,45	207	167

AC	SI	NO	Suma	68,45	A	PORC.ACIERTO
SI	112	63	175	46,79	p	PORC.OCURRA
NO	55	144	199	0,65	Q	COEF.YULE
Suma	167	207	374	188,28	L	CHANCE CLIM.
				0,36	S	SKILL SCORE

Archivo **AD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	76,07	124	39
Conv	62,12	50	82
Total	69,83	174	121

AD	SI	NO	Suma	69,83	A	PORC.ACIERTO
SI	82	50	132	44,75	p	PORC.OCURRA
NO	39	124	163	0,68	Q	COEF.YULE
Suma	121	174	295	150,28	L	CHANCE CLIM.
				0,38	S	SKILL SCORE

Archivo **ABC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	80,51	157	38
Conv	66,67	53	106
Total	74,29	210	144

ABC	SI	NO	Suma	74,29	A	PORC.ACIERTO
SI	106	53	159	44,92	p	PORC.OCURRA
NO	38	157	195	0,78	Q	COEF.YULE
Suma	144	210	354	180,36	L	CHANCE CLIM.
				0,48	S	SKILL SCORE

Archivo **ABD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,59	Conv p = 0,41
No Conv	80,25	130	32
Conv	64,35	41	74
Total	73,65	171	106

ABD	SI	NO	Suma	73,65	A	PORC.ACIERTO
SI	74	41	115	41,52	p	PORC.OCURRA
NO	32	130	162	0,76	Q	COEF.YULE
Suma	106	171	277	144,01	L	CHANCE CLIM.
				0,45	S	SKILL SCORE

Archivo **ACD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 045
No Conv	79,75	126	32
Conv	64,89	46	85
Total	73,01	172	117

ACD	SI	NO	Suma	73,01	A	PORC.ACIERTO
SI	85	46	131	45,33	p	PORC.OCURRA
NO	32	126	158	0,76	Q	COEF.YULE
Suma	117	172	289	147,07	L	CHANCE CLIM.
				0,45	S	SKILL SCORE

Archivo **ABCD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,58	Conv p = 0,42
No Conv	80,13	125	31
Conv	67,86	36	76
Total	75,00	161	107

ABCD	SI	NO	Suma	75,00	A	PORC.ACIERTO
SI	76	36	112	41,79	p	PORC.OCURRA
NO	31	125	156	0,79	Q	COEF.YULE
Suma	107	161	268	138,43	L	CHANCE CLIM.
				0,48	S	SKILL SCORE

AC51.4. Tercer período de 24 horas (C72):

Tabla AC51.17: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C72 individuales

Archivo **A**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,51	Conv p = 0,49
No Conv	66,43	93	47
Conv	64,39	47	85
Total	65,44	140	132

A	SI	NO	Suma	65,44	A	PORC.ACIERTO
SI	85	47	132	48,53	p	PORC.OCURRA
NO	47	93	140	0,56	Q	COEF.YULE
Suma	132	140	272	136,12	L	CHANCE CLIM.
				0,31	S	SKILL SCORE

Archivo **B**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	75,73	156	50
Conv	47,17	84	75
Total	63,29	24	125

B	SI	NO	Suma	63,29	A	PORC.ACIERTO
SI	75	84	159	43,56	p	PORC.OCURRA
NO	50	156	206	0,47	Q	COEF.YULE
Suma	125	240	365	189,90	L	CHANCE CLIM.
				0,23	S	SKILL SCORE

Archivo **C**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,55	Conv p = 0,45
No Conv	72,73	152	57
Conv	54,02	80	94
Total	64,23	232	151

C	SI	NO	Suma	64,23	A	PORC.ACIERTO
SI	94	80	174	45,43	p	PORC.OCURRA
NO	57	152	209	0,52	Q	COEF.YULE
Suma	151	232	383	195,20	L	CHANCE CLIM.
				0,27	S	SKILL SCORE

Archivo **D**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,57	Conv p = 0,43
No Conv	78,70,	133	36
Conv	34,92	82	44
Total	60,00	215	80

D	SI	NO	Suma	60,00	A	PORC.ACIERTO
SI	44	82	126	42,71	p	PORC.OCURRA
NO	36	133	169	0,33	Q	COEF.YULE
Suma	80	215	295	157,34	L	CHANCE CLIM.
				0,14	S	SKILL SCORE

Tabla AC51.18: Tabla de contingencia y parámetros de evaluación período C72 combinaciones

Archivo **AB**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,76	Conv p = 0,24
No Conv	71,85	97	38
Conv	70,83	35	85
Total	71,37	132	123

AB	SI	NO	Suma	71,37	A	PORC.ACIERTO
SI	85	35	120	47,06	p	PORC.OCURRA
NO	38	97	135	0,72	Q	COEF.YULE
Suma	123	132	255	127,76	L	CHANCE CLIM.
				0,43	S	SKILL SCORE

Archivo **AC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,51	Conv p = 0,49
No Conv	66,67	90	45
Conv	68,46	41	89
Total	67,55	131	134

AC	SI	NO	Suma	67,55	A	PORC.ACIERTO
SI	89	41	130	49,06	p	PORC.OCURRA
NO	45	90	135	0,63	Q	COEF.YULE
Suma	134	131	265	132,47	L	CHANCE CLIM.
				0,35	S	SKILL SCORE

Archivo **AD**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,54	Conv p = 0,46
No Conv	75,70	81	26
Conv	68,82	29	64
Total	72,50	110	90

AD	SI	NO	Suma	72,50	A	PORC.ACIERTO
SI	64	29	93	46,50	p	PORC.OCURRA
NO	26	81	107	0,75	Q	COEF.YULE
Suma	90	110	200	100,70	L	CHANCE CLIM.
				0,45	S	SKILL SCORE

Archivo **ABC**	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,52	Conv p = 0,48
No Conv	78,29	101	28
Conv	67,80	38	80
Total	73,28	139	108

ABC	SI	NO	Suma	73,28	A	PORC.ACIERTO
SI	80	38	118	47,77	p	PORC.OCURRA
NO	28	101	129	0,77	Q	COEF.YULE
Suma	108	139	247	124,19	L	CHANCE CLIM.
				0,46	S	SKILL SCORE

Archivo ABD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	80,77	84	20
Conv	70,00	24	56
Total	76,09	108	76

ABD	SI	NO	Suma	76,09	A	PORC.ACIERTO
SI	56	24	80	43,48	p	PORC.OCURRA
NO	20	84	104	0,81	Q	COEF.YULE
Suma	76	108	184	94,09	L	CHANCE CLIM.
				0,51	S	SKILL SCORE

Archivo ACD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,54	Conv p = 0,46
No Conv	83,81	88	17
Conv	73,63	24	67
Total	79,08	112	84

ACD	SI	NO	Suma	79,08	A	PORC.ACIERTO
SI	67	24	91	46,43	p	PORC.OCURRA
NO	17	88	105	0,87	Q	COEF.YULE
Suma	84	112	196	99,00	L	CHANCE CLIM.
				0,58	S	SKILL SCORE

Archivo ABCD	Porcentaje Correcto	No Conv p = 0,56	Conv p = 0,44
No Conv	86,27	88	14
Conv	72,15	22	57
Total	80,11	110	71

ABCD	SI	NO	Suma	80,11	A	PORC.ACIERTO
SI	57	22	79	43,65	p	PORC.OCURRA
NO	14	88	102	0,88	Q	COEF.YULE
Suma	71	110	181	92,98	L	CHANCE CLIM.
				0,59	S	SKILL SCORE

AC52 Escala espacial:

AC52.1. Toda la zona

Tabla AC52. 1: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación toda la zona individuales

Archivo A	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,59	Precip p = 0,41
No Precip	82,28	130	28
Precip	60,18	43	65
Total	73,31	93	173

A	SI	NO	Suma	73,31	A	PORC.ACIERTO
SI	65	43	108	40,60	p	PORC.OCURRA
NO	28	130	158	0,75	Q	COEF.YULE
Suma	93	173	266	140,52	L	CHANCE CLIM.
				0,43	S	SKILL SCORE

Archivo B	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,35	Precip p = 0,65
No Precip	85,96	202	33
Precip	37,01	80	47
Total	68,78	282	80

B	SI	NO	Suma	68,78	A	PORC.ACIERTO
SI	47	80	127	35,08	p	PORC.OCURRA
NO	33	202	235	0,56	Q	COEF.YULE
Suma	80	282	362	211,13	L	CHANCE CLIM.
				0,25	S	SKILL SCORE

Archivo C	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,38	Precip p = 0,62
No Precip	89,49	213	25
Precip	37,93	90	55
Total	69,97	80	303

C	SI	NO	Suma	69,97	A	PORC.ACIERTO
SI	55	90	145	37,86	p	PORC.OCURRA
NO	25	213	238	0,68	Q	COEF.YULE
Suma	80	303	383	218,57	L	CHANCE CLIM.
				0,30	S	SKILL SCORE

Archivo D	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,58	Precip p = 0,42
No Precip	80,59	137	33
Precip	48,80	64	61
Total	67,12	201	94

D	SI	NO	Suma	67,12	A	PORC.ACIERTO
SI	61	64	125	42,37	p	PORC.OCURRA
NO	33	137	170	0,60	Q	COEF.YULE
Suma	94	201	295	155,66	L	CHANCE CLIM.
				0,30	S	SKILL SCORE

Tabla AC52. 2: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación toda la zona combinaciones

Archivo AB	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,66	Precip p = 0,34
No Precip	91,49	215	20
Precip	27,20	91	34
Total	69,17	306	54

AB	SI	NO	Suma	69,17	A	PORC.ACIERTO
SI	34	91	125	34,72	p	PORC.OCURRA
NO	20	215	235	0,60	Q	COEF.YULE
Suma	54	306	360	218,50	L	CHANCE CLIM.
				0,22	S	SKILL SCORE

Archivo AC	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,63	Precip p = 0,37
No Precip	90,79	217	22
Precip	31,69	97	45
Total	68,77	314	67

AC	SI	NO	Suma	68,77	A	PORC.ACIERTO
SI	45	97	142	37,27	p	PORC.OCURRA
NO	22	217	239	0,64	Q	COEF.YULE
Suma	67	314	381	221,94	L	CHANCE CLIM.
				0,25	S	SKILL SCORE

Archivo **AD**	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,57	Precip p = 0,43
No Precip	83,93	141	27
Precip	51,20	61	64
Total	69,97	202	91

AD	SI	NO	Suma	69,97	A	PORC.ACIERTO
SI	64	61	125	42,66	p	PORC.OCURRA
NO	27	141	168	0,69	Q	COEF.YULE
Suma	91	202	293	154,65	L	CHANCE CLIM.
				0,36	S	SKILL SCORE

Archivo **ABC**	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,66	Precip p = 0,34
No Precip	88,94	209	26
Precip	30,40	87	38
Total	68,61	296	64

ABC	SI	NO	Suma	68,61	A	PORC.ACIERTO
SI	38	87	125	34,72	p	PORC.OCURRA
NO	26	209	235	0,56	Q	COEF.YULE
Suma	64	296	360	215,44	L	CHANCE CLIM.
				0,22	S	SKILL SCORE

Archivo **ABD**	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,61	Precip p = 0,39
No Precip	82,53	137	29
Precip	46,73	57	50
Total	68,50	194	79

ABD	SI	NO	Suma	68,50	A	PORC.ACIERTO
SI	50	57	107	39,19	p	PORC.OCURRA
NO	29	137	166	0,61	Q	COEF.YULE
Suma	79	194	273	148,93	L	CHANCE CLIM.
				0,31	S	SKILL SCORE

Archivo **ACD**	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,58	Precip p = 042
No Precip	83,73	139	27
Precip	52,03	59	64
Total	70,24	198	91

ACD	SI	NO	Suma	70,24	A	PORC.ACIERTO
SI	64	59	123	42,56	p	PORC.OCURRA
NO	27	139	166	0,70	Q	COEF.YULE
Suma	91	198	289	152,46	L	CHANCE CLIM.
				0,37	S	SKILL SCORE

Archivo **ABCD**	Porcentaje Correcto	No Precip p = 0,62	Precip p = 0,38
No Precip	84,34	140	26
Precip	46,73	57	50
Total	69,60	197	76

ABCD	SI	NO	Suma	69,60	A	PORC.ACIERTO
SI	50	57	107	39,19	p	PORC.OCURRA
NO	26	140	166	0,65	Q	COEF.YULE
Suma	76	197	273	149,58	L	CHANCE CLIM.
				0,33	S	SKILL SCORE

ANEXO B - C5

Verificación de la metodología de pronóstico

BC51 Escala temporal:

BC51.1. Primer período de 24 horas (C24)

Tabla BC51.1: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C24 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	29	19	48
0	10	58	68
TOT	39	77	116

A	75	POD	0,60
p	41,38	FAR	0,26
L	61,27	FOM	0,39
S	0,47	PON	0,85
Q	0,80	FOH	0,74
YI	0,47	POFD	0,15
EPS	73,83	DFR	0,25
POD	60,42	FOCN	0,75
FAR	25,64	TSS	0,46
CSI	50	S	0,47

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	29	19	48
0	7	61	68
TOT	36	80	116

A	77,59	POD	0,60
p	41,40	FAR	0,19
L	61,79	FOM	0,39
S	0,52	PON	0,90
Q	0,86	FOH	0,80
YI	0,53	POFD	0,10
EPS	76,68	DFR	0,24
POD	60,42	FOCN	0,76
FAR	19,44	TSS	0,50
CSI	52,73	S	0,52

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	31	17	48
0	13	55	68
TOT	44	72	116

A	74,14	POD	0,65
p	41,38	FAR	0,30
L	60,41	FOM	0,35
S	0,46	PON	0,81
Q	0,77	FOH	0,70
YI	0,46	POFD	0,19
EPS	73,07	DFR	0,24
POD	64,58	FOCN	0,76
FAR	29,54	TSS	0,45
CSI	50,82	S	0,46

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	31	17	48
0	11	59	70
TOT	42	76	118

A	76,27	POD	0,65
p	40,68	FAR	0,26
L	62,17	FOM	0,35
S	0,50	PON	0,84
Q	0,81	FOH	0,74
YI	0,50	POFD	0,16
EPS	75,07	DFR	0,22
POD	64,58	FOCN	0,78
FAR	26,19	TSS	0,50
CSI	52,54	S	0,50

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	35	13	48
0	16	54	70
TOT	51	67	118

A	75,42	POD	0,73
p	40,68	FAR	0,31
L	60,49	FOM	0,27
S	0,50	PON	0,77
Q	0,80	FOH	0,69
YI	0,50	POFD	0,23
EPS	74,82	DFR	0,19
POD	72,92	FOCN	0,81
FAR	31,37	TSS	0,50
CSI	54,69	S	0,50

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	32	16	48
0	12	58	70
TOT	44	74	118

A	76,27	POD	0,67
p	40,68	FAR	0,27
L	61,80	FOM	0,33
S	0,50	PON	0,83
Q	0,81	FOH	0,73
YI	0,50	POFD	0,17
EPS	75,15	DFR	0,22
POD	66,67	FOCN	0,78
FAR	27,27	TSS	0,50
CSI	53,33	S	0,50

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	29	19	48
0	13	57	70
TOT	42	76	118

A	72,88	POD	0,60
p	40,68	FAR	0,31
L	62,17	FOM	0,40
S	0,43	PON	0,81
Q	0,74	FOH	0,69
YI	0,43	POFD	0,19
EPS	71,47	DFR	0,25
POD	60,42	FOCN	0,75
FAR	30,95	TSS	0,42
CSI	47,54	S	0,43

BC51.2. Períodos de 12 horas (C121 - C122):

Tabla BC51.2: Tablas de contingencia y parámetros evaluación período C121 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	4	40	44
0	24	48	72
TOT	28	88	116

A	44,83	POD	0,09
p	37,93	FAR	0,86
L	65,24	FOM	0,90
S	-0,26	PON	0,67
Q	-0,67	FOH	0,14
YI	-0,28	POFD	0,33
EPS	36,26	DFR	0,45
POD	9,09	FOCN	0,54
FAR	85,71	TSS	-0,24
CSI	5,88	S	-0,26

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	26	18	44
0	15	57	72
TOT	41	75	116

A	71,55	POD	0,59
p	37,93	FAR	0,37
L	62,10	FOM	0,41
S	0,39	PON	0,79
Q	0,69	FOH	0,63
YI	0,39	POFD	0,21
EPS	69,42	DFR	0,24
POD	59,09	FOCN	0,76
FAR	36,58	TSS	0,38
CSI	44,07	S	0,39

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	32	13	45
0	9	62	71
TOT	41	75	116

A	81,03	POD	0,71
p	38,79	FAR	0,22
L	61,81	FOM	0,29
S	0,59	PON	0,87
Q	0,89	FOH	0,78
YI	0,59	POFD	0,13
EPS	79,78	DFR	0,17
POD	71,11	FOCN	0,83
FAR	21,95	TSS	0,58
CSI	59,26	S	0,59

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	28	16	44
0	11	63	74
TOT	39	79	118

A	77,12	POD	0,64
p	37,29	FAR	0,28
L	64,08	FOM	0,36
S	0,50	PON	0,85
Q	0,82	FOH	0,72
YI	0,50	POFD	0,15
EPS	75,07	DFR	0,20
POD	63,64	FOCN	0,80
FAR	28,20	TSS	0,49
CSI	50,91	S	0,50

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	32	12	44
0	16	58	74
TOT	48	70	118

A	76,27	POD	0,73
p	37,29	FAR	0,33
L	61,80	FOM	0,27
S	0,50	PON	0,78
Q	0,81	FOH	0,67
YI	0,50	POFD	0,22
EPS	75,15	DFR	0,17
POD	72,73	FOCN	0,83
FAR	33,33	TSS	0,51
CSI	53,33	S	0,50

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	8	36	44
0	0	74	74
TOT	8	110	118

A	69,49	POD	0,18
p	37,29	FAR	0
L	71,97	FOM	0,82
S	0,22	PON	1
Q	1	FOH	1
YI	0,35	POFD	0
EPS	67,49	DFR	0,33
POD	18,18	FOCN	0,67
FAR	0	TSS	0,18
CSI	18,18	S	0,22

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	30	14	44
0	8	66	74
TOT	38	80	118

A	81,36	POD	0,68
p	37,29	FAR	0,21
L	64,34	FOM	0,32
S	0,59	PON	0,89
Q	0,89	FOH	0,79
YI	0,59	POFD	0,11
EPS	79,67	DFR	0,18
POD	8,18	FOCN	0,83
FAR	21,05	TSS	0,57
CSI	57,69	S	0,59

Tabla BC51.3: Tablas de contingencia y parámetros evaluación período C122 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	26	16	42
0	12	62	74
TOT	38	78	116

A	75,86	POD	0,62
p	36,21	FAR	0,36
L	63,52	FOM	0,38
S	0,47	PON	0,84
Q	0,79	FOH	0,68
YI	0,47	POFD	0,16
EPS	73,39	DFR	0,20
POD	61,90	FOCN	0,79
FAR	31,58	TSS	0,46
CSI	48,15	S	0,47

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	24	18	42
0	12	62	74
TOT	36	80	116

A	74,14	POD	0,57
p	36,21	FAR	0,33
L	64,07	FOM	0,43
S	0,42	PON	0,84
Q	0,75	FOH	0,67
YI	0,42	POFD	0,16
EPS	71,26	DFR	0,23
POD	57,14	FOCN	0,77
FAR	33,33	TSS	0,41
CSI	44,44	S	0,42

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	27	15	42
0	13	61	74
TOT	40	76	116

A	75,86	POD	0,64
p	36,21	FAR	0,32
L	62,96	FOM	0,36
S	0,47	PON	0,82
Q	0,79	FOH	0,68
YI	0,47	POFD	0,18
EPS	73,62	DFR	0,20
POD	64,28	FOCN	0,80
FAR	32,50	TSS	0,47
CSI	49,09	S	0,47

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	22	20	42
0	7	69	76
TOT	29	89	118

A	77,12	POD	0,52
p	35,59	FAR	0,24
L	67,64	FOM	0,48
S	0,46	PON	0,91
Q	0,83	FOH	0,76
YI	0,48	POFD	0,09
EPS	74,01	DFR	0,23
POD	52,38	FOCN	0,77
FAR	24,14	TSS	0,43
CSI	44,90	S	0,46

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	25	17	42
0	16	60	76
TOT	41	77	118

A	72,03	POD	0,59
p	35,59	FAR	0,39
L	64,19	FOM	0,40
S	0,39	PON	0,79
Q	0,69	FOH	0,61
YI	0,39	POFD	0,21
EPS	69,34	DFR	0,22
POD	59,52	FOCN	0,78
FAR	39,02	TSS	0,38
CSI	43,10	S	0,39

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	28	14	42
0	16	60	76
TOT	44	74	118

A	74,58	POD	0,67
p	35,59	FAR	0,36
L	63,32	FOM	0,33
S	0,45	PON	0,79
Q	0,765	FOH	0,64
YI	0,45	POFD	0,21
EPS	72,52	DFR	0,19
POD	66,67	FOCN	0,81
FAR	36,36	TSS	0,46
CSI	48,28	S	0,45

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	8	34	42
0	6	70	76
TOT	14	104	118

A	66,10	POD	0,19
p	35,59	FAR	0,43
L	71,97	FOM	0,81
S	0,13	PON	0,92
Q	0,47	FOH	0,57
YI	0,16	POFD	0,08
EPS	58,26	DFR	0,33
POD	19,05	FOCN	0,67
FAR	42,86	TSS	0,12
CSI	16,67	S	0,13

BC51.3. Periodos de 6 horas (C61 - C62 - C63 - C64):

Tabla BC51.4: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C61 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	2	16	18
0	1	97	98
TOT	3	113	116

A	85,34	POD	0,11
p	15,52	FAR	0,33
L	95,93	FOM	0,89
S	0,15	PON	0,99
Q	0,85	FOH	0,67
YI	0,23	POFD	0,01
EPS	61,51	DFR	0,14
POD	11,11	FOCN	0,86
FAR	33,33	TSS	0,10
CSI	10,53	S	0,15

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	2	16	18
0	4	94	98
TOT	6	110	116

A	82,76	POD	0,11
p	15,52	FAR	0,67
L	93,86	FOM	0,89
S	0,10	PON	0,96
Q	0,49	FOH	0,33
YI	0,11	POFD	0,04
EPS	55,75	DFR	0,14
POD	11,11	FOCN	0,85
FAR	66,67	TSS	0,07
CSI	9,09	S	0,10

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	3	15	18
0	2	96	98
TOT	5	111	116

A	85,34	POD	0,17
p	15,52	FAR	0,40
L	94,55	FOM	0,83
S	0,21	PON	0,98
Q	0,81	FOH	0,60
YI	0,26	POFD	0,02
EPS	63,04	DFR	0,14
POD	16,67	FOCN	0,86
FAR	40,00	TSS	0,15
CSI	15,00	S	0,21

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	2	16	18
0	2	98	100
TOT	4	114	118

A	84,75	POD	0,11
p	15,25	FAR	0,50
L	97,22	FOM	0,89
S	0,13	PON	0,98
Q	0,72	FOH	0,50
YI	0,18	POFD	0,02
EPS	59,05	DFR	0,14
POD	11,11	FOCN	0,86
FAR	50,00	TSS	0,09
CSI	10,00	S	0,13

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	8	10	18
0	13	87	100
TOT	21	97	118

A	80,51	POD	0,44
p	15,25	FAR	0,62
L	85,41	FOM	0,56
S	,29	PON	0,87
Q	0,68	FOH	0,38
YI	0,30	POFD	0,13
EPS	64,78	DFR	0,10
POD	44,44	FOCN	0,90
FAR	61,90	TSS	0,31
CSI	25,81	S	0,29

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	0	18	18
0	10	90	100
TOT	10	108	118

A	76,27	POD	0
p	15,25	FAR	1
L	93,05	FOM	1
S	-0,12	PON	0,90
Q	-1,00	FOH	0
YI	-0,13	POFD	0,10
EPS	43,54	DFR	0,17
POD	0	FOCN	0,83
FAR	100, 0	TSS	-0,10
CSI	0	S	-0,12

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	3	15	18
0	8	92	100
TOT	11	107	118

A	80,51	POD	0,17
p	15,25	FAR	0,73
L	92,36	FOM	0,83
S	0,10	PON	0,92
Q	0,39	FOH	0,27
YI	0,11	POFD	0,08
EPS	55,36	DFR	0,14
POD	16,67	FOCN	0,86
FAR	72,73	TSS	0,09
CSI	11,54	S	0,10

Tabla BC51.5: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C62 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	28	14	42
0	8	66	74
TOT	36	80	116

A	81,03	POD	0,67
p	36,20	FAR	0,22
L	64,00	FOM	0,33
S	0,58	PON	0,89
Q	0,88	FOH	0,78
YI	0,58	POFD	0,11
EPS	79,01	DFR	0,17
POD	66,67	FOCN	0,82
FAR	22,22	TSS	0,56
CSI	56,00	S	0,58

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	26	16	42
0	11	63	74
TOT	37	79	116

A	76,72	POD	0,62
p	36,21	FAR	0,30
L	63,79	FOM	0,38
S	0,48	PON	0,85
Q	0,81	FOH	0,70
YI	0,48	POFD	0,15
EPS	74,25	DFR	0,20
POD	61,90	FOCN	0,80
FAR	29,73	TSS	0,47
CSI	49,06	S	0,48

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	27	15	42
0	12	62	74
TOT	39	77	116

A	76,72	POD	0,64
p	36,21	FAR	0,31
L	63,24	FOM	0,36
S	0,49	PON	0,84
Q	0,80	FOH	0,69
YI	0,49	POFD	0,16
EPS	74,45	DFR	0,19
POD	64,28	FOCN	0,80
FAR	30,77	TSS	0,48
CSI	50,00	S	0,49

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	27	15	42
0	9	67	76
TOT	36	82	118

A	79,66	POD	0,64
p	35,59	FAR	0,25
L	65,63	FOM	0,36
S	0,54	PON	0,88
Q	0,86	FOH	0,75
YI	0,54	POFD	0,12
EPS	77,27	DFR	0,18
POD	64,29	FOCN	0,82
FAR	25,00	TSS	0,52
CSI	52,94	S	0,54

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	28	14	42
0	10	66	76
TOT	38	80	118

A	79,66	POD	0,67
p	35,59	FAR	0,26
L	65,05	FOM	0,33
S	0,55	PON	0,87
Q	0,86	FOH	0,74
YI	0,55	POFD	0,13
EPS	77,41	DFR	0,17
POD	66,67	FOCN	0,82
FAR	26,32	TSS	0,54
CSI	53,85	S	0,55

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	35	7	42
0	23	53	76
TOT	58	60	118

A	74,58	POD	0,83
p	35,59	FAR	0,40
L	59,29	FOM	0,17
S	0,49	PON	0,70
Q	0,84	FOH	0,60
YI	0,51	POFD	0,30
EPS	75,41	DFR	0,12
POD	83,33	FOCN	0,88
FAR	39,65	TSS	0,53
CSI	53,85	S	0,49

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	30	12	42
0	12	64	76
TOT	42	76	118

A	79,66	POD	0,71
p	35,59	FAR	0,29
L	63,90	FOM	0,29
S	0,56	PON	0,84
Q	0,86	FOH	0,71
YI	0,56	POFD	0,16
EPS	77,82	DFR	0,16
POD	71,43	FOCN	0,84
FAR	28,57	TSS	0,56
CSI	55,56	S	0,56

Tablas BC51.6: Tablas de contingenci a parámetros de evaluación período C63 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	24	18	42
0	12	62	74
TOT	36	80	116

A	74,14	POD	0,57
p	36,21	FAR	0,33
L	64,07	FOM	0,43
S	0,42	PON	0,84
Q	0,75	FOH	0,67
YI	0,42	POFD	0,16
EPS	71,26	DFR	0,22
POD	57,14	FOCN	0,77
FAR	33,33	TSS	0,41
CSI	44,44	S	0,42

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	42	0	42
0	51	23	74
TOT	93	23	116

A	56,03	POD	1
p	36,21	FAR	0,55
L	48,34	FOM	0
S	0,25	PON	0,31
Q	1	FOH	0,45
YI	0,37	POFD	0,67
EPS	68,73	DFR	0
POD	100	FOCN	1
FAR	54,84	TSS	0,31
CSI	45,16	S	0,25

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	27	15	42
0	20	54	74
TOT	47	69	116

A	69,83	POD	0,64
p	36,21	FAR	0,42
L	61,03	FOM	0,36
S	0,36	PON	0,73
Q	0,66	FOH	0,57
YI	0,36	POFD	0,27
EPS	68,24	DFR	0,22
POD	64,28	FOCN	0,78
FAR	42,55	TSS	0,37
CSI	43,55	S	0,36

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	23	19	42
0	12	64	76
TOT	35	83	118

A	73,73	POD	0,55
p	35,59	FAR	0,34
L	65,92	FOM	0,45
S	0,40	PON	0,84
Q	0,73	FOH	0,66
YI	0,41	POFD	0,16
EPS	70,43	DFR	0,23
POD	54,76	FOCN	0,77
FAR	34,29	TSS	0,39
CSI	42,59	S	0,40

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	30	12	42
0	25	51	76
TOT	55	63	118

A	68,64	POD	0,71
p	35,59	FAR	0,45
L	60,15	FOM	0,29
S	0,36	PON	0,67
Q	0,67	FOH	0,54
YI	0,37	POFD	0,33
EPS	68,49	DFR	0,19
POD	71,43	FOCN	0,81
FAR	45,45	TSS	0,38
CSI	44,78	S	0,36

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	27	15	42
0	24	52	76
TOT	51	67	118

A	66,95	POD	0,643
p	35,59	FAR	0,471
L	61,30	FOM	0,357
S	0,31	PON	0,684
Q	0,59	FOH	0,529
YI	0,32	POFD	0,316
EPS	65,81	DFR	0,224
POD	64,29	FOCN	0,776
FAR	47,06	TSS	0,327
CSI	40,91	S	0,312

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	31	11	42
0	25	51	76
TOT	56	62	118

A	69,49	POD	0,74
p	35,59	FAR	0,45
L	59,86	FOM	0,26
S	0,38	PON	0,67
Q	0,70	FOH	0,55
YI	0,39	POFD	0,33
EPS	69,62	DFR	0,18
POD	73,81	FOCN	0,82
FAR	44,64	TSS	0,41
CSI	46,27	S	0,38

Tabla BC51. 7: Tablas de contingencia y parámetros evaluación período C64 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	1	19	20
0	0	96	96
TOT	1	115	116

A	83,62	POD	0,05
p	17,24	FAR	0
L	95,34	FOM	0,95
S	0,08	PON	1
Q	1	FOH	1
YI	0,20	POFD	0
EPS	60,22	DFR	0,16
POD	5	FOCN	0,83
FAR	0	TSS	0,05
CSI	5	S	0,08

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	0	19	19
0	3	94	97
TOT	3	113	116

A	81,03	POD	0
p	16,38	FAR	1
L	94,98	FOM	1
S	-0,05	PON	0,97
Q	-1	FOH	0
YI	-0,07	POFD	0,03
EPS	46,39	DFR	0,17
POD	0	FOCN	0,83
FAR	100	TSS	-0,03
CSI	0	S	-0,04

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	0	19	19
0	0	97	97
TOT	0	116	116

A	83,62	POD	0
p	16,38	FAR	
L	97	FOM	1
S	0	PON	1
Q		FOH	
YI		POFD	0
EPS		DFR	0,16
POD	0	FOCN	0,84
FAR		TSS	0
CSI	0	S	0

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	1	18	19
0	1	98	99
TOT	2	116	118

A	83,90	POD	0,05
p	16,10	FAR	0,50
L	97,64	FOM	0,95
S	0,07	PON	0,99
Q	0,69	FOH	0,50
YI	0,12	POFD	0,01
EPS	56,05	DFR	0,16
POD	5,26	FOCN	0,84
FAR	50	TSS	0,04
CSI	5	S	0,07

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	0	19	19
0	0	99	99
TOT	0	118	118

A	83,90	POD	0
p	16,10	FAR	
L	99	FOM	1
S	0	PON	1
Q		FOH	
YI		POFD	0
EPS		DFR	0,16
POD	0	FOCN	0,84
FAR		TSS	0
CSI	0	S	0

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	0	19	19
0	0	99	99
TOT	0	118	118

A	83,90	POD	0
p	16,10	FAR	
L	99	FOM	1
S	0	PON	1
Q		FOH	
YI		POFD	0
EPS		DFR	0,16
POD	0	FOCN	0,84
FAR		TSS	0
CSI	0	S	0

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	1	18	19
0	1	98	99
TOT	2	116	118

A	83,90	POD	0,05
p	16,10	FAR	0,50
L	97,64	FOM	0,95
S	0,07	PON	0,99
Q	0,69	FOH	0,50
YI	0,12	POFD	0,01
EPS	56,06	DFR	0,16
POD	5,26	FOCN	0,84
FAR	50	TSS	0,043
CSI	5	S	0,07

BC51.4. Segundo período de 24 horas (C48):

Tablas BC51.8: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C48 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	19	28	47
0	12	57	69
TOT	31	85	116

A	65,52	POD	0,40
p	40,52	FAR	0,39
L	63,12	FOM	0,59
S	0,24	PON	0,83
Q	0,53	FOH	0,61
YI	0,26	POFD	0,17
EPS	62,78	DFR	0,33
POD	40,42	FOCN	0,67
FAR	38,71	TSS	0,23
CSI	32,20	S	0,24

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	21	26	47
0	12	57	69
TOT	33	83	116

A	67,24	POD	0,45
p	40,52	FAR	0,36
L	62,74	FOM	0,55
S	0,29	PON	0,83
Q	0,59	FOH	0,64
YI	0,30	POFD	0,17
EPS	64,85	DFR	0,31
POD	44,68	FOCN	0,69
FAR	36,36	TSS	0,27
CSI	35,59	S	0,29

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	20	27	47
0	6	63	69
TOT	26	90	116

A	71,55	POD	0,43
p	40,52	FAR	0,23
L	64,07	FOM	0,57
S	0,36	PON	0,91
Q	0,77	FOH	0,77
YI	0,40	POFD	0,09
EPS	69,93	DFR	0,3
POD	42,55	FOCN	0,7
FAR	23,08	TSS	0,34
CSI	37,74	S	0,36

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	23	24	47
0	21	50	71
TOT	44	74	118

A	61,86	POD	0,49
p	39,83	FAR	0,48
L	62,05	FOM	0,51
S	0,20	PON	0,70
Q	0,39	FOH	0,52
YI	0,20	POFD	0,30
EPS	59,80	DFR	0,32
POD	48,94	FOCN	0,68
FAR	47,73	TSS	0,19
CSI	33,82	S	0,20

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	23	24	47
0	12	59	71
TOT	35	83	118

A	69,49	POD	0,49
p	39,83	FAR	0,34
L	63,88	FOM	0,51
S	0,34	PON	0,83
Q	0,65	FOH	0,66
YI	0,34	POFD	0,17
EPS	67,17	DFR	0,29
POD	48,94	FOCN	0,71
FAR	34,29	TSS	0,32
CSI	38,98	S	0,34

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	18	29	47
0	14	57	71
TOT	32	86	118

A	63,56	POD	0,38
p	39,83	FAR	0,44
L	64,49	FOM	0,62
S	0,20	PON	0,80
Q	0,43	FOH	0,56
YI	0,20	POFD	0,20
EPS	60,23	DFR	0.34
POD	38,30	FOCN	0,66
FAR	43,75	TSS	0,19
CSI	29,51	S	0,20

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	23	24	47
0	15	56	71
TOT	38	80	118

A	66,95	POD	0,49
p	39,83	FAR	0,39
L	63,27	FOM	0,51
S	0,29	PON	0,79
Q	0,56	FOH	0,60
YI	0,29	POFD	0,21
EPS	64,57	DFR	0,30
POD	48,94	FOCN	0,70
FAR	39,47	TSS	0,28
CSI	37,10	S	0,29

BC51.5. Tercer período de 24 horas (C72):

Tablas BC51.9: Tablas de contingencia y parámetros de evaluación período C72 combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	17	33	50
0	8	58	66
TOT	25	91	116

A	64,66	POD	0,34
p	43,10	FAR	0,32
L	62,55	FOM	0,66
S	0,23	PON	0,88
Q	0,58	FOH	0,68
YI	0,26	POFD	0,12
EPS	63,18	DFR	0,36
POD	34	FOCN	0,64
FAR	32	TSS	0,22
CSI	29,31	S	0,23

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	50	0	50
0	66	0	66
TOT	116	0	116

A	43,10	POD	1
p	43,10	FAR	0,57
L	50	FOM	0
S	0	PON	0
Q		FOH	0,43
YI		POFD	1
EPS		DFR	
POD	100	FOCN	
FAR	56,90	TSS	0
CSI	43,10	S	0

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	15	35	50
0	8	58	66
TOT	23	93	116

A	62,93	POD	0,30
p	43,10	FAR	0,35
L	62,83	FOM	0,70
S	0,19	PON	0,88
Q	0,51	FOH	0,65
YI	0,22	POFD	0,12
EPS	61,10	DFR	0,38
POD	30	FOCN	0,62
FAR	34,78	TSS	0,18
CSI	25,86	S	0,19

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	11	39	50
0	8	60	68
TOT	19	99	118

A	60,17	POD	0,22
p	42,37	FAR	0,42
L	65,10	FOM	0,78
S	011	PON	0,88
Q	036	FOH	0,58
YI	014	POFD	0,12
EPS	6,88	DFR	0,39
POD	22	FOCN	0,61
FAR	42,10	TSS	0,02
CSI	18,97	S	0,11

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	19	31	50
0	10	58	68
TOT	29	89	118

A	65,25	POD	0,38
p	42,37	FAR	0,35
L	63,58	FOM	0,62
S	0,25	PON	0,85
Q	0,56	FOH	0,66
YI	0,27	POFD	0,15
EPS	63,37	DFR	0,35
POD	38	FOCN	0,65
FAR	34,48	TSS	0,23
CSI	31,67	S	0,25

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	19	31	50
0	16	52	68
TOT	35	83	118

A	60,17	POD	0,38
p	42,37	FAR	0,46
L	62,66	FOM	0,62
S	0,15	PON	0,76
Q	0,33	FOH	0,54
YI	0,16	POFD	0,23
EPS	57,83	DFR	0,37
POD	38	FOCN	0,63
FAR	45,71	TSS	0,14
CSI	28,79	S	0,15

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	1	49	50
0	0	68	68
TOT	1	117	118

A	58,48	POD	0,02
p	42,37	FAR	0
L	67,85	FOM	0,98
S	0,02	PON	1
Q	1	FOH	1
YI	0,11	POFD	0
EPS	55,39	DFR	0,42
POD	2	FOCN	0,58
FAR	0	TSS	0,02
CSI	2	S	0,02

BC52 Escala espacial

BC52.1. ZONA:

Tablas BC52. 1: Tablas de contingencia y parámetros evaluación toda la zona combinaciones

AB	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	23	14	37
0	57	12	69
TOT	80	26	106

A	33,02	POD	0,62
p	34,91	FAR	0,71
L	44,85	FOM	0,38
S	-0,16	PON	0,17
Q	-0,49	FOH	0,29
YI	-0,23	POFD	0,83
EPS	38,67	DFR	0,54
POD	62,16	FOCN	0,46
FAR	71,25	TSS	-0,20
CSI	24,47	S	-0,16

AC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	1	36	37
0	2	67	69
TOT	3	103	106

A	64,15	POD	0,03
p	34,91	FAR	0,67
L	68,09	FOM	0,97
S	-0,00	PON	0,97
Q	-0,04	FOH	0,33
YI	-0,00	POFD	0,03
EPS	49,72	DFR	0,35
POD	2,70	FOCN	0,65
FAR	66,67	TSS	-0,00
CSI	2,56	S	-0,00

AD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	21	16	37
0	15	54	69
TOT	36	70	106

A	70,75	POD	0,57
p	34,91	FAR	0,42
L	58,13	FOM	0,43
S	0,35	PON	0,78
Q	0,65	FOH	0,58
YI	0,35	POFD	0,22
EPS	67,62	DFR	0,23
POD	56,76	FOCN	0,77
FAR	41,67	TSS	0,35
CSI	40,38	S	0,35

ABC	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	2	35	37
0	2	70	72
TOT	4	105	109

A	66,06	POD	0,05
p	33,94	FAR	0,50
L	70,72	FOM	0,95
S	0,03	PON	0,97
Q	0,33	FOH	0,50
YI	0,07	POFD	0,03
EPS	53,31	DFR	0,33
POD	5,41	FOCN	0,67
FAR	50,00	TSS	0,03
CSI	5,13	S	0,03

ACD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	25	12	37
0	18	54	72
TOT	43	66	109

A	72,48	POD	0,68
p	33,94	FAR	0,42
L	58,19	FOM	0,32
S	0,41	PON	0,75
Q	0,72	FOH	0,58
YI	0,41	POFD	0,25
EPS	70,62	DFR	0,18
POD	67,57	FOCN	0,82
FAR	41,86	TSS	0,43
CSI	45,45	S	0,41

ABD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	13	24	37
0	23	49	72
TOT	36	73	109

A	56,88	POD	0,35
p	33,94	FAR	0,64
L	60,44	FOM	0,65
S	0,03	PON	0,68
Q	0,07	FOH	0,36
YI	0,03	POFD	0,32
EPS	51,61	DFR	0,33
POD	35,14	FOCN	0,67
FAR	63,89	TSS	0,03
CSI	21,67	S	0,03

ABCD	PRO	NOS	
OBS	1	0	TOT
1	12	25	37
0	13	59	72
TOT	25	84	109

A	65,14	POD	0,32
p	33,94	FAR	0,52
L	63,97	FOM	0,68
S	0,16	PON	0,82
Q	0,37	FOH	0,48
YI	0,16	POFD	0,18
EPS	58,10	DFR	0,30
POD	32,43	FOCN	0,70
FAR	52,00	TSS	0,14
CSI	24,00	S	0,16

BC52.2. Subzonas Oeste-Este

Tablas BC52. 2: Subzona oeste

AB	PW	PNIN	POT	
OW	0	18	0	18
ONIN	0	66	7	73
OTRA	0	3	0	3
	0	87	7	94
TSS	(R)	-.13	C	66
TSS	(NE)	-.14	S	.70

AC	PW	PNIN	POT	
OW	0	0	18	18
ONIN	11	0	62	73
OTRA	0	0	3	3
	11	0	83	94
TSS	(R)	-.02	C	3
TSS	(NE)	-.09	S	.03

AD	PW	PNIN	POT	
OW	8	1	9	18
ONIN	34	2	37	73
OTRA	0	0	3	3
	42	3	49	94
TSS	(R)	.01	C	13
TSS	(NE)	02	S	.14

ABC	PW	PNIN	POT	
OW	0	18	0	18
ONIN	0	73	0	73
OTRA	0	3	0	3
	0	94	0	94
TSS	(R)		C	73
TSS	(NE)		S	.78

ABD	PW	PNIN	POT	
OW	2	3	13	18
ONIN	44	8	21	73
OTRA	0	0	3	3
	46	11	37	94
TSS	(R)	-.08	C	13
TSS	(NE)	-.099	S	.14

ACD	PW	PNIN	POT	
OW	0	4	14	18
ONIN	5	4	64	73
OTRA	0	0	3	3
	5	8	81	94
TSS	(R)	-.03	C	.07
TSS	(NE)	-.12	S	7

ABCD	PW	PNIN	POT	
OW	18	0	1	19
ONIN	56	2	14	72
OTRA	3	0	0	3
	77	2	15	94

TSS	(R)	.079	C	20
TSS	(NE)	.085	S	.21

Tabla BC52. 3: Subzona este

AB	PE	PNIN	POT	
OE	0	4	14	18
ONIN	6	4	63	73
OTRA	0	0	3	3
	6	8	80	94
TSS	(R)	-.03	C	7
TSS	(NE)	-.117	S	.07

AC	PE	PNIN	POT	
OE	0	0	19	19
ONIN	4	3	65	72
OTRA	0	0	3	3
	4	3	87	94
TSS	(R)	.001	C	6
TSS	(NE)	.01=	S	.06

AD	PE	PNIN	POT	
OE	1	3	14	18
ONIN	7	5	61	73
OTRA	0	0	3	3
	8	8	78	94
TSS	(R)	-.01	C	9
TSS	(NE)	-.04	S	.10

ABC	PE	PNIN	POT	
OE	5	1	12	18
ONIN	20	3	50	73
OTRA	1	0	2	3
	26	4	64	94
TSS	(R)	-.001	C	10
TSS	(NE)	-.003	S	.11

ABD	PE	PNIN	POT	
OE	0	4	14	18
ONIN	8	5	60	73
OTRA	0	0	3	3
	8	9	77	94
TSS	(R)	-.03	C	8
TSS	(NE)	-.10	S	.08

ACD	PE	PNIN	POT	
OE	0	13	5	18
ONIN	8	32	33	73
OTRA	0	2	1	3
	8	47	39	94
TSS	(R)	-.09	C	33
TSS	(NE)	-.12	S	.35

ABCD	PE	PNIN	POT	
OE	6	4	8	18
ONIN	19	5	49	73
OTRA	0	0	3	3
	25	9	60	94

TSS	(R)	.004	C	14
TSS	(NE)	.006	S	.15

BC52.3. Subzonas Norte-Sur:

Tablas BC52. 4: Subzona norte

AB	PN	PNIN	POT	
ON	0	2	14	16
ONIN	4	3	66	73
OTRA	0	0	5	5
	4	5	85	94
TSS	(R)	-.012	C	8
TSS	(NE)	-.065	S	.08

AC	PN	PNIN	POT	
ON	16	0	0	16
ONIN	73	0	0	73
OTRA	5	0	0	5
	94	0	0	94
TSS	(R)		C	16
TSS	(NE)		S	.17

AD	PN	PNIN	POT	
ON	0	2	14	16
ONIN	22	6	45	73
OTRA	0	2	3	5
	22	10	62	94
TSS	(R)	-.066	C	9
TSS	(NE)	-.124	S	.10

ABC	PN	PNIN	POT	
ON	2	3	11	16
ONIN	13	3	57	73
OTRA	0	0	5	5
	15	6	73	94
TSS	(R)	-.012	C	10
TSS	(NE)	-.032	S	.11

ABD	PN	PNIN	POT	
ON	0	2	14	16
ONIN	3	3	67	73
OTRA	0	0	5	5
	3	5	86	94
TSS	(R)	-.010	C	8
TSS	(NE)	-.065	S	.08

ACD	PN	PNIN	POT	
ON	0	3	13	16
ONIN	18	4	51	73
OTRA	0	1	4	5
	18	8	68	94
TSS	(R)	-.054	C	8
TSS	(NE)	-.120	S	.08

ABCD	PN	PNIN	POT	
ON	1	7	8	16
ONIN	33	8	32	73
OTRA	1	1	3	5
	35	16	43	94

TSS	(R)	-.111	C	12
TSS	(NE)	-.148	S	.13

Tabla BC52. 5: Subzona Sur

AB	PS	PNIN	POT	
OS	0	0	17	17
ONIN	1	1	71	73
OTRA	0	0	4	4
	1	1	92	94
TSS	(R)	.001	C	5
TSS	(NE)	.032	S	.05

AC	PS	PNIN	POT	
OS	0	0	17	17
ONIN	0	0	73	73
OTRA	0	0	4	4
	0	0	94	94
TSS	(R)	0	C	4
TSS	(NE)		S	.04

AD	PS	PNIN	POT	
OS	0	0	17	17
ONIN	5	2	66	73
OTRA	0	0	4	4
	5	2	87	94
TSS	(R)	-.002	C	6
TSS	(NE)	-.012	S	.06

ABC	PS	PNIN	POT	
OS	1	0	16	17
ONIN	3	2	68	73
OTRA	0	0	4	4
	4	2	88	94
TSS	(R)	.010	C	7
TSS	(NE)	.086	S	.07

ABD	PS	PNIN	POT	
OS	0	0	17	17
ONIN	2	1	70	73
OTRA	0	0	4	4
	2	1	91	94
TSS	(R)	-.000	C	5
TSS	(NE)	-.002	S	.05

ACD	PS	PNIN	POT	
OS	0	0	17	17
ONIN	5	0	68	73
OTRA	0	0	4	4
	5	0	89	94
TSS	(R)	-.007	C	4
TSS	(NE)	-.073	S	.04

ABCD	PS	PNIN	POT	
OS	1	0	16	17
ONIN	7	3	63	73
OTRA	0	0	4	4
	8	3	83	94

TSS	(R)	.007	C	8
TSS	(NE)	.035	S	.08

BC52.4. Subzonas Noroeste - Noreste - Sudoeste - Sudeste:

Tablas BC52. 6: Subzona noroeste

AB	PNW	PNIN	POT	
ONW	0	3	9	12
ONIN	15	5	53	73
OTRA	2	2	5	9
	17	10	67	94
TSS	(R)	-.071	C	10
TSS	(NE)	-.151	S	.11

AC	PNW	PNIN	POT	
ONW	0	0	12	12
ONIN	17	1	55	73
OTRA	2	0	7	9
	19	1	74	94
TSS	(R)	-.025	C	8
TSS	(NE)	-.072	S	.08

AD	PNW	PNIN	POT	
ONW	2	3	7	12
ONIN	25	7	41	73
OTRA	2	4	3	9
	29	14	51	94
TSS	(R)	-.090	C	12
TSS	(NE)	-.135	S	.13

ABC	PNW	PNIN	POT	
ONW	2	2	8	12
ONIN	23	3	50	76
OTRA	0	1	5	6
	25	6	63	94
TSS	(R)	-.024	C	10
TSS	(NE)	-.046	S	.11

ABD	PNW	PNIN	POT	
ONW	0	0	12	12
ONIN	1	1	71	73
OTRA	0	0	9	9
	1	1	92	94
TSS	(R)	.003	C	10
TSS	(NE)	.073	S	.11

ACD	PNW	PNIN	POT	
ONW	2	3	7	12
ONIN	24	6	43	73
OTRA	3	3	3	9
	29	12	53	94
TSS	(R)	-.085	C	11
TSS	(NE)	-.132	S	.12

ABCD	PNW	PNIN	POT	
ONW	2	4	6	12
ONIN	26	10	39	75
OTRA	0	5	2	7
	28	19	47	94

TSS	(R)	-.101	C	14
TSS	(NE)	-.141	S	.15

Tabla BC52. 7: Subzona noreste

AB	PNE	PNIN	POT	
ONE	0	0	14	14
ONIN	10	1	62	73
OTRA	0	0	7	7
	10	1	83	94
TSS	(R)	-.005	C	8
TSS	(NE)	-.023	S	.08

AC	PNE	PNIN	POT	
ONE	10	0	3	13
ONIN	51	1	22	74
OTRA	2	1	4	7
	63	2	29	94
TSS	(R)	.049	C	15
TSS	(NE)	.060	S	.16

AD	PNE	PNIN	POT	
ONE	0	13	0	13
ONIN	5	55	14	74
OTRA	0	6	1	7
	5	74	15	94
TSS	(R)	-.115	C	56
TSS	(NE)	-.123	S=	.60

ABC	PNE	PNIN	POT	
ONE	0	0	14	14
ONIN	0	1	72	73
OTRA	0	0	7	7
	0	1	93	94
TSS		.003	C	8
TSS		.151	S=	.08

ABD	PNE	PNIN	POT	
ONE	12	0	2	14
ONIN	63	4	6	73
OTRA	5	1	1	7
	80	5	9	94
TSS	(R)	.021	C	17
TSS	(NE)	.021	S	.18

ACD	PNE	PNIN	POT	
ONE	0	0	14	14
ONIN	2	0	71	73
OTRA	0	0	7	7
	2	0	92	94
TSS	(R)	-.002	C	7
TSS	(NE)	-.038	S	.07

ABCD	PNE	PNIN	POT	
ONE	2	4	8	14
ONIN	31	10	32	73
OTRA	2	1	4	7
	35	15	44	94

TSS	(R)	-.053	C	16
TSS	(NE)	-.071	S	.17

Tablas BC52. 8: Subzona sudoeste

AB	PSW	PNIN	POT	
OSW	2	3	9	14
ONIN	5	6	62	73
OTRA	0	0	7	7
	7	9	78	94
TSS	(R)	.013	C	15
TSS	(NE)	.042	S	.16

AC	PSW	PNIN	POT	
OSW	0	3	11	14
ONIN	4	2	67	73
OTRA	0	0	7	7
	4	5	85	94
TSS	(R)	-.019	C	9
TSS	(NE)	-.108	S	.10

AD	PSW	PNIN	POT	
OSW	1	8	5	14
ONIN	19	21	37	77
OTRA	0	0	3	3
	20	29	45	94
TSS	(R)	-.039	C	25
TSS	(NE)	-.054	S	.27

ABC	PSW	PNIN	POT	
OSW	2	2	10	14
ONIN	11	5	58	74
OTRA	0	0	6	6
	13	7	74	94
TSS	(R)	.009	C	13
TSS	(NE)	.025	S	.14

ABD	PSW	PNIN	POT	
OSW	1	4	9	14
ONIN	8	7	58	73
OTRA	0	2	5	7
	9	13	72	94
TSS	(R)	-.042	C	13
TSS	(NE)	-.105	S=	.14

ACD	PSW	PNIN	POT	
OSW	0	2	12	14
ONIN	5	6	62	73
OTRA	0	1	6	7
	5	9	80	94
TSS	(R)	-.018	C	12
TSS	(NE)	-.068	S	.14

ABCD	PSW	PNIN	POT	
OSW	2	3	9	14
ONIN	19	4	50	73
OTRA	1	3	3	7
	22	10	62	94

TSS	(R)	-.076	C	9
TSS	(NE)	-.142	S	.01

Tablas BC52. 9: Subzona sudeste

AB	PSE	PNIN	POT	
OSE	0	2	11	13
ONIN	1	3	69	73
OTRA	0	1	7	8
	1	6	87	94
TSS	(R)	-.024	C	10
TSS	(NE)	-.168	S	.11

AC	PSE	PNIN	POT	
OSE	0	1	12	13
ONIN	10	1	62	73
OTRA	0	0	8	8
	10	2	82	94
TSS	(R)	-.010	C	9
TSS	(NE)	-.043	S	.10

AD	PSE	PNIN	POT	
OSE	0	2	11	13
ONIN	3	2	68	73
OTRA	0	0	8	8
	3	4	87	94
TSS	(R)	-.010	C	10
TSS	(NE)	-.070	S	.11

ABC	PSE	PNIN	POT	
OSE	0	3	10	13
ONIN	19	5	49	73
OTRA	1	1	6	8
	20	9	65	94
TSS	(R)	-.048	C	11
TSS	(NE)	-.098	S	.12

ABD	PSE	PNIN	POT	
OSE	1	4	8	13
ONIN	10	11	52	73
OTRA	0	2	6	8
	11	17	66	94
TSS	(R)	-.026	C	18
TSS	(NE)	-.054	S	.19

ACD	PSE	PNIN	POT	
OSE	0	0	13	13
ONIN	5	1	67	73
OTRA	0	0	8	8
	5	1	88	94
TSS	(R)	.000	C	9
TSS	(NE)	.004	S	.10

ABCD	PSE	PNIN	POT	
OSE	13	0	0	13
ONIN	72	0	1	73
OTRA	8	0	0	8
	93	0	1	94

TSS	(R)	.027	C	13
TSS	(NE)	.027	S	.14

CONCLUSIONES

- El índice de inestabilidad Fawbush y Miller, seleccionado como mejor predictor en las combinaciones para los períodos C24, C121 y C62 y para toda la zona, muestra la importancia de la humedad en capas bajas para el desarrollo de la convección. En la zona norte de Mendoza dicha humedad proviene de la advección de aire húmedo del sector sudeste o noreste producto de la intensificación de la depresión del noroeste (DNOA) o bien del desplazamiento hacia el sur de un frente caliente.

- La selección de otros índices de inestabilidad, tales como LI y TT para el pronóstico de convección en los otros intervalos de tiempo y para las subzonas, vuelve a indicar la importancia de la humedad en capas bajas reforzada por los efectos del calentamiento diurno (LI) como así también del enfriamiento en altura (TT).

- La selección de índices de inestabilidad como mejores predictores confirma la importancia de las condiciones termodinámicas y refuerza la necesidad de disponer de al menos un radiosondeo diario especialmente en zonas con las características orográficas que presenta la zona norte de la provincia de Mendoza.

- El análisis de las matrices de clasificación muestra que :
  i) la metodología aplicada a la combinación de los conjutos de predictores es más eficiente para separar y clasificar correctamente mayor cantidad de casos que cuando se la utiliza a partir de los conjuntos individuales.
  ii) los mejores porcentajes de acierto correponden a las combinaciones de tres y a la de cuatro conjuntos de predictores, observádose asimismo una notable disminución en la cantidad final de predictores seleccionados.

- Al considerarse el período de 24 horas dividido en dos períodos de 12 horas (C121-C122), si bien no se observan diferencias significativas en la

frecuencia relativa de ocurrencia de convección entre estos dos períodos, se manifiesta una leve superioridad en el segundo (C122) explicado por el efecto de la persitencia de la convección.

- Al considerarse el período de 24 horas dividido cuatro períodos de 6 horas (C61-C62-C63-C64) se observa que:

  i) el primer período de 6 horas (C61) no presenta ninguna característica sobresaliente y a pesar de su cercanía con la hora de observación registra bajos porcentajes de acierto en la clasificación correcta de ocurrencia de convección, y consecuentemente bajos porcentajes en la probabilidad de detección, debido a la baja frecuencia relativa de ocurrencia del evento. La mayoría de los casos de convección ocurren hacia finales del período y se deben al calentamiento diurno y puede ocurrir tanto en el llano como en la precordillera y el pedemonte mendocino. La convección de principios del período se debe a la persistencia de las condiciones desde el período anterior y en general está asociada a los pasajes frontales; bajo estas condiciones la información del radiosondeo de Mendoza-Aero que se utilizaría para el pronóstico se ve modificada por los efectos de los fenómenos asociados a la convección.

  ii) la influencia del segundo C62 sobre el primero de 12 horas (C121), y respectivamente el tercero (C63) sobre el segundo de 12 horas (C122), señalado por los máximos de frecuencia relativa de ocurrencia en ambos períodos de 6 horas.

  iii) en algunos casos la convección del período C62 se extiende hasta el período C63, lo que se ratifica con los parámetros calculados para la evaluación, observándose una disminución en sus valores respecto de los períodos que están más próximos a la hora de observación.

- El modelo desarrollado cumple en la mayoría de los casos con la condición que requiere un buen pronóstico, altos porcentajes de probabilidad de detección (superiores a 60%) y bajos porcentajes de falsas alarmas (inferiores a 25%).

- El modelo de pronóstico no cumple con la condición mencionada precedentemente en los períodos donde hay bajas frecuencias de ocurrencia tales como el primero y el cuarto de 6 horas. El mejoramiento de los resultados obtenidos para los periodos C61 y C64 se lograría incluyendo otros predictores, como por ejemplo datos de radar, fotos de satélite, etc., como así también ampliando la muestra sin perder las características de la variabilidad diaria en la ocurrencia de convección. La utilización de nuevas metodologías incluídas en lo que se ha dado en llamar "nowcasting" permitiría una mejora en el pronóstico de la convección en el período C61.

- La evaluación del método en el período C121 ha mostrado para algunas combinaciones porcentajes de probabilidad de detección superiores a 65% y una asociación positiva entre el método de predicción y la ocurrencia del evento.

- La evaluación del método en el período C122 muestra una disminución en los porcentajes de la probabilidad de detección manteniéndose una asociación positiva entre el método de predicción y la ocurrencia del evento. La disminución encontrada en los parámetros de evaluación estarían indicando que hay un alto porcentaje de casos de convección que persisten desde el período C121. Otro factor que influye es el alejamiento respecto de la hora de observación, para ello habría que ensayar la metodología con datos más cercanos, lo que implica disponer de las condiciones termodinámicas en la vertical de Mendoza durante las últimas horas de la tarde, con lo cual el pronóstico sería a más corto plazo y por lo tanto más coherente con la escala temporal y espacial del fenómeno de mesoescala.

En cuanto a los interrogantes planteados en los objetivos se puede concluir que:

- Es posible avanzar en el desarrollo de una metodología de pronóstico de ocurrencia de convección que permita mejorar las predicciones para un período de 24 horas utilizando los medios disponibles actualmente ya que:

a) el método propuesto es objetivo, de fácil implementación y no requiere del uso de computadoras de última generación;
b) las variables para nutrir al modelo se obtienen de las observaciones sinópticas de superficie, de altura y de los programas computacionales; estos últimos tampoco necesitan de computadoras de última generación, elementos disponibles en cualquier oficina de pronóstico.

- Es posible obtener un pronóstico de convección para diferentes intervalos de tiempo dentro del período que abarca las 24 horas posteriores a la hora de observación 12 UTC, con algunas limitaciones respecto de los períodos en los cuales hay una baja frecuencia de ocurrencia del evento y/o en aquellos que están más alejados de la hora de observación.

- Es posible obtener un pronóstico significativo para tiempos mayores de 24 horas, pudiendo verificarse con los similares valores obtenidos de los porcentajes de acierto para los períodos C48 y C72 con respecto a los del período C24, como así también por la asociación positiva entre el modelo y la ocurrencia del evento. Las limitaciones se evidencian por la disminución del Skill-Score, que si bien es mayor que cero no supera el 50%. Esta disminución en la cantidad de casos correctamente clasificados se debe por una parte a situaciones en las que persisten las condiciones inestables durante varios días, y por otra parte al hecho de que las condiciones ambientales utilizadas para el pronóstico se alejan de las condiciones representativas del entorno en el período que se quiere pronosticar. El mejoramiento del pronóstico para estos períodos de tiempo consistiría en

ensayar la incorporación de otros predictores que discriminen mejor filtrado los efectos de la persistencia.

- Es posible obtener un pronóstico de ocurrencia de precipitación convectiva para distintos sectores dentro del área de estudio y en el período de 24 horas posteriores a las 12 UTC, con limitaciones en el estado actual de las redes de observación. Asimismo, la diferenciación en subzonas no implican una mayor capacidad de discriminación de los predictores respecto al desempeño del método para toda la zona.

A fin de mejorar método de pronóstico desarrollado se propone en el futuro avanzar en las siguientes direcciones:

- Ampliar la muestra datos a fin de:

  a) estudiar con más detalle la dependencia de la eficiencia del pronóstico respecto de la hora de la observación dada la variabilidad diaria de la ocurrencia del fenómeno.

  b) obtener nuevas ecuaciones de predicción que abarquen períodos bimensuales o mensuales y que representen mejor las condiciones de los meses de la temporada cálida en los cuales la frecuencia relativa de ocurrencia es menor que la de no ocurrencia.

- Utilizar la información meteorológica de estaciones convencionales y de una red de estaciones automáticas a implementar en la zona a fin de analizar los campos de distintas variables de superficie y su relación con el inicio de la convección. Derivar predictores a incorporar en nuevas ecuaciones de predicción y evaluar la incidencia de esta informacón en el pronóstico de convección y de precipitación convectiva.

MATILDE NICOLINI

SILVIA SIMONELLI

APENDICE PC

PROGRAMAS COMPUTACIONALES

Los programas computacionales que permiten obtener el análisis termodinámico de la atmósfera, y el análisis de la cortante vertical y la hodógrafa del viento fueron inicializados con la información aerológica del período de estudio proveniente de los radiosondeos diarios realizados a las 12:00 UTC (09:00 HOA) en la Estación Aerológica Mendoza Aero.

PC.1. Análisis termodinámico de la atmósfera:

El archivo de entrada para el programa computacional que permite obtener el análisis termodinámico contiene información referente a la ubicación de la estación meteorológica (número, altura, latitud, longitud y nombre), fecha y hora del radiosondeo, cantidad de niveles medidos, y luego en niveles significativos y standard presión, temperatura, temperatura de punto de rocío, dirección y velocidad del viento; contiene además el nivel, dirección y velocidad del viento máximo; en el nivel de tropopausa la altura, temperatura, dirección y velocidad del viento.

La salida del programa brinda además de información gráfica los valores de los parámetros calculados para cada nivel tal como se muestra para un ejemplo en las Tablas PC1, PC2 y PC3 respectivamente:

NIVEL	PP(MB)	TT(C)	TD(C)	TP(K)	TPE(K)	HR	Z(mgp)	GRADIENTE
1	935	25.8	14.8	305	338	51	704	
2	840	21.8	5.8	310	331	35	1641	normal
3	810	21.8	3.8	313	332	31	1956	isoterma
4	720	13.2	1.2	315	333	44	2963	normal
5	680	10.2	-5.2	316	329	34	3441	normal
6	580	-2.5	-7.5	316	328	69	4734	adiabatico
7	550	-5.5	-14.5	318	325	50	5154	normal
8	540	-3.1	-30.1	322	324	10	5298	superinversión
9	300	-39.1	-52.1	330	331	23	9638	normal
10	293	-40.3	-48.3	331	331	41	9800	adiabatico
11	150	-59.5	***	368	***	***	14177	normal

Tabla PC1: Variables observadas y calculadas en niveles significativos

NIVEL	PP(MB)	TT(C)	TD(C)	HR	Z(MGP)	DD	FF	CAPA	AD.3HS
SUP	935	25.8	14.8	51	704	180	5		
1	1000							1000-850	
2	850	22.2	6.8	37	1538	165	9	850-700	0.1
3	700	11.7	-2.0	39	3198	35	7	700-500	0.0
4	500	-7.8	-33.0	11	5867	25	13	500-400	-0.2
5	400	-21.5	-41.3	15	7514	130	8	400-300	-0.1
6	300	-39.1	-52.1	23	9638	155	18	300-250	-0.5
7	250	-44.9			10837	195	15	250-200	-0.3
8	200	-51.3			12296	220	24	200-150	-0.5
9	150	-59.5			14177	260	18	150-100	

Tabla PC2: Variables calculadas en niveles standard

Viento Térmico	Direccion: 012 gds	Intensidad: 14 kts
Espesor	(500/1000):	5750 mgp
Tropopausa	Presión: 300 mb	Altura: 9638 mgp
	Temperatura: -39.1°C	Viento: ***/***
Nivel de Condensación por Ascenso	Presión: 796 mb	Altura 1403 mgp
	Temperatura: 12.3°C	
Nivel de Condensación por Convección	Presión: 636 mb	Altura 3279 mgp
	Temperatura 4.9°C	
Temperatura	Critica	37.3 °C
Isoterma de Cero Grado	Presión: 598 mb	Altura: 3776 mgp
Indices de Inestabilidad	K = 23.2	SH = 2.7
	LI = 1.6	FM = 1.3
	CT = 14.6	VT = 30.1
	TT = 44.7	SWEAT = 25.8
Agua Precipitable	24.1 mm	
Temperatura Potencial Equivalente 850 hPa	331.6 °K	
Tope Area Positiva	Presión: 238 mb	Altura: 10457 mgp
	Temperatura: -46.3°C	Area 1007.2 kj/ton

Tabla PC3: Parámetros calculados

PC.2. Análisis de la cortante vertical y la hodógrafa del viento:

El archivo de entrada para el programa computacional que permite obtener el análisis de la cortante vertical y la hodógrafa del viento contiene información referente a la ubicación de la estación meteorológica (número, altura, latitud, longitud y nombre), fecha y hora del radiosondeo, y para los niveles standard presión, temperatura, temperatura de punto de rocío, dirección y velocidad del viento.

La salida del programa además de información gráfica calcula para el sondeo inicial y para el sondeo interpolado, y cada nivel de presión, la altura, temperatura, temperatura de punto de rocío, vientos, cortantes, como así también las cortantes de las componentes del viento, viento total, dirección del viento, módulo de la cortante del viento total y la hodógrafa del viento

identificada a través de un valor numérico. Calcula además la advección de temperatura entre dos niveles consecutivos a partir del nivel de superficie.

Un ejemplo se muestra en las Tablas PC4 a PC8:

Presión (Mb)	Altura (mts)	Temperatura (°C)	Temp.Rocio (°C)
935.0	704.0	25.8	14.8
850.0	1533.4	22.0	7.0
700.0	3182.9	11.8	-2.2
500.0	5891.4	-8.3	-34.3
400.0	7575.3	-22.7	-41.7
300.0	9616.1	-39.1	-52.1
250.0	10850.2	-45.1	-63.8
200.0	12319.3	-51.7	-69.2
150.0	14152.7	-59.5	-75.6

Tabla PC.4: Sondeo Inicial

Presión (Mb)	Altura (mts)	Temperatura (°C)	T.Rocio (°C)
935.0	704.0	25.8	14.8
903.9	1000.0	24.4	12.0
853.3	1500.0	22.2	7.3
805.3	2000.0	19.1	4.4
759.2	2500.0	16.0	1.6
715.5	3000.0	12.9	-1.2
673.9	3500.0	9.4	-6.0
634.1	4000.0	5.7	-11.9
596.2	4500.0	2.0	-17.8
560.1	5000.0	-1.7	-23.7
525.7	5500.0	-5.4	-29.7
493.1	6000.0	-9.2	-34.8
461.9	6500.0	-13.5	--37.0
432.3	7000.0	-17.8	-39.2
404.1	7500.0	-22.1	-41.4
377.4	8000.0	-26.1	-43.9
352.0	8500.0	-30.1	-46.4
327.9	9000.0	-34.1	-49.0
305.1	9500.0	-38.2	-51.5
283.7	10000.0	-41.0	-55.7
263.4	10500.0	-43.4	-60.5
244.5	11000.0	-45.8	-64.4
226.7	11500.0	-48.0	-66.2

Tabla PC.5: Sondeo interpolado

Altura (mts)	VX (mts/seg)	VY (mts/seg)	DVX/DZ (m/s/km)	DVY/DZ (m/s/km)
751.0	0.00	2.55	-1.52	2.41
1533.4	-1.19	4.43	-0.52	-4.46
3182.9	-2.05	-2.92	-0.28	-1.14
5891.4	-2.80	-6.01	-0.19	5.13
7575.3	-3.13	2.62	-0.37	2.79
9616.1	-3.88	8.32	4.75	-0.75
10850.2	1.98	7.39	4.01	1.35
12319.3	7.87	9.38	0.64	-4.24

Tabla PC.6: Vientos y cortantes sin interpolar

PRES	ALT	TT	TD	VX	VY	V	FI	DVXDZ	DVYDZ	MODo	DVDZ	VDFIDZ
mb	km	°C	°C	m/sg	m/sg	m/sg	Grad	msKm	msKm	msKm	msKm	msKm
935	0,7	25.8	14.8	0.0	2.5	2.5	90	-1.52	2.41	2.85	2.41	1.52
904	1	24.4	12.0	-0.4	3.1	3.2	97	-1.52	2.41	2.85	2.57	1.22
853	1,5	22.2	7.3	-1.1	4.4	4.5	105	-1.52	2.41	2.85	2.71	0.86
805	2	19.1	4.4	-1.4	2.4	2.8	121	-0.52	-4.46	4.49	-3.54	2.76
759	2,5	16.0	1.6	-1.7	0.1	1.7	176	-0.52	-4.46	4.49	0.20	4.49
716	3	12.9	-1.2	-2.0	-2.1	2.9	-133	-0.52	-4.46	4.49	3.63	2.65
674	3,5	9.4	-6.0	-2.1	-3.3	3.9	-123	-0.28	-1.14	1.17	1.11	0.39
634	4	5.7	-11.9	-2.3	-3.9	4.5	-121	-0.28	-1.14	1.17	1.12	0.34
596	4,5	2.0	-17.8	-2.4	-4.4	5.0	-119	-0.28	-1.14	1.17	1.13	0.30
560	5	-1.7	-23.7	-2.6	-5.0	5.6	-117	-0.28	-1.14	1.17	1.14	0.27
526	5,5	-5.4	-29.7	-2.7	-5.6	6.2	-116	-0.28	-1.14	1.17	1.15	0.25
493	6	-9.2	-34.8	-2.8	-5.5	6.1	-117	-0.19	5.13	5.13	-4.46	-2.53
462	6,5	-13.5	--37.0	-2.9	-2.9	4.1	-135	-0.19	5.13	5.13	-3.47	-3.78
432	7	-17.8	-39.2	-3.0	-0.3	3.0	-174	-0.19	5.13	5.13	-0.36	-5.12
404	7,5	-22.1	-41.4	-3.1	2.2	3.8	144	-0.19	5.13	5.13	3.15	-4.05
377	8	-26.1	-43.9	-3.3	3.8	5.0	131	-0.37	2.79	2.82	2.36	-1.54
352	8,5	-30.1	-46.4	-3.5	5.2	6.3	124	-0.37	2.79	2.82	2.53	-1.24
328	9	-34.1	-49.0	-3.7	6.6	7.5	119	-0.37	2.79	2.82	2.62	-1.03
305	9,5	-38.2	-51.5	-3.8	8.0	8.9	116	-0.37	2.79	2.82	2.68	-0.87
284	10	-41.0	-55.7	-2.1	8.0	8.3	104	4.75	-0.75	4.81	-1.91	-4.41
263	10,5	-43.4	-60.5	0.3	7.7	7.7	88	4.75	-0.75	4.81	-0.56	-4.78
244	11	-45.8	-64.4	2.6	7.6	8.0	71	4.01	1.35	4.23	2.57	-3.36

Tabla PC 7: Vientos y cortantes

Altura	Presión	dt/dx	dt/dy	u*dt/dx	u*dt/dy	Advección
mts	mb	°C/mts	°C/mts	°C/seg	°C/seg	°C/seg
852	919	-0.49E-05	-0.31E-05	0.92E-06	-0.88E-05	0.78E-05
1250	878	-0.57E-05	-0.36E-05	0.43E-05	-0.14E-04	0.92E-05
1750	829	0.95E-05	-0.14E-05	-0.12E-04	-0.47E-05	0.17E-04
2250	782	0.10E-04	-0.12E-05	-0.16E-04	-0.15E-05	0.18E-04
2750	737	0.10E-04	-0.12E-05	-0.19E-04	0.12E-05	0.18E-04
3250	694	0.54E-05	-0.84E-06	-0.11E-04	0.23E-05	0.88E-05
3750	654	0.26E-05	-0.63E-06	-0.57E-05	0.22E-05	0.34E-05
4250	615	0.25E-05	-0.62E-06	-0.60E-05	0.26E-05	0.34E-05
4750	578	0.25E-05	-0.61E-06	-0.62E-05	0.29E-05	0.33E-05
5250	543	0.25E-05	-0.60E-06	-0.65E-05	0.32E-05	0.33E-05
5750	509	-0.47E-06	-0.56E-06	0.13E-05	0.31E-05	-0.44E-05
6250	477	-0.11E-04	-0.40E-06	0.31E-04	0.17E-05	-0.33E-04
6750	447	-0.11E-04	-0.40E-06	0.32E-04	0.64E-06	-0.32E-04
7250	418	-0.10E-04	-0.39E-06	0.32E-04	-0.37E-06	-0.32E-04
7750	391	-0.63E-05	-0.69E-06	0.20E-04	-0.21E-05	-0.18E-04
8250	364	-0.55E-05	-0.73E-06	0.19E-04	-0.33E-05	-0.15E-04
8750	340	-0.54E-05	-0.72E-06	0.19E-04	-0.42E-05	-0.15E-04
9250	316	-0.53E-05	-0.70E-06	0.20E-04	-0.51E-05	-0.15E-04
9750	294	-0.13E-06	0.67E-05	0.39E-06	0.54E-04	-0.54E-04
10250	273	0.14E-05	0.88E-05	-0.12E-05	0.69E-04	-0.68E-04
10750	254	0.23E-06	0.83E-05	0.33E-06	0.63E-04	-0.64E-04
11250	235	-0.25E-05	0.73E-05	-0.88E-05	0.58E-04	-0.49E-04

Tabla PC.8: Advección de temperatura

APENDICE II

INDICES DE INESTABILIDAD

Se denomina **Indice de Inestabilidad** al valor numérico mediante el cual se puede expresar la inestabilidad o estabilidad atmosférica. Los índices ayudan en relación a técnicas de pronóstico, tienen la ventaja ser fáciles de calcular, pero aún cuando se eligen y evalúan cuidadosamente pueden perderse algunos detalles importantes de la estructura vertical de la atmósfera. Son más útiles cuando se los combina objetiva o subjetivamente con otros datos y consideraciones sinópticas.

II.1. Indice de Fawbush y Miller (FM):

El cálculo del Indice **FM** requiere una "capa húmeda de superficie", definida como un estrato de superficie cuyo límite superior está ubicado en el nivel donde la humedad relativa es inferior al 65%. Si su extención vertical excede los 2000 mts, se usa la capa de los primeros 150 hPa para determinar la temperatura de bulbo húmedo (T_w) media de la "capa húmeda".

Algunos sondeos poseen capas secas poco profundas dentro de la "capa húmeda", por ejemplo los 30 hPa más bajos o en la capa superior de una inversión de superficie; en ese caso se supone que la mezcla por convección suprimirá esa capa seca y las capas secas se identificarán con la "capa húmeda".

Para obtener el valor del índice **FM** se procede de la siguiente manera:

1. para identificar la "capa húmeda de superficie" se calcula la humedad relativa para diversos puntos en la parte más baja del sondeo;

2. dibujada la curva de T_w para la "capa húmeda", se traza una recta aproximada a la T_w media a través de esta capa. La aproximación será bastante buena si el área entre la recta y T_w es igual a ambos lados. El valor de la isoterma en el punto medio de esta recta es la T_w media para la capa;
3. desde el punto medio de la recta se traza una paralela a las adiabáticas saturadas hasta cortar el nivel de 500 hPa; el valor de la temperatura hallada **T'** se resta al valor T_{500} del sondeo;

Los valores numéricos de FM, como resultado de la diferencia con su signo, se muestran en la Tabla II1, indicando estabilidad los valores positivos e inestabilidad los negativos:

Valor FM					Inestabilidad
-1	<	FM			muy estable
-2	<	FM	<	-6	moderamente inestable
-6	<	FM			fuertemente inestable

Tabla II1: Valores del Indice Fawbush y Miller e inestabilidad

II.2. Indice de Whiting (K):

El índice **K** es una medida de potenciales tormentas en base al gradiente vertical de temperatura, el contenido de humedad en la baja atmósfera y la extensión vertical de la capa húmeda.

El gradiente vertical de temperatura se obtiene con la diferencia de temperatura entre los niveles de 850 hPa y 500 hPa; la temperatura de punto de rocío en el nivel de 850 hPa provee información del contenido de humedad en la baja atmósfera; y la diferencia entre la temperatura y la temperatura de punto de rocío en el nivel de 700 hPa representa la extensión vertical de la capa húmeda.

Este índice se calcula directamente de la siguiente fórmula:

$$K = (T_{850} - T_{500}) + Td_{850} - (T_{700} - Td_{700})$$

El mayor número positivo obtenido de la fórmula caracteriza el desarrollo de tormentas. La inclusión de la depresión de punto de rocío en el nivel de 700 hPa incide en favor del tipo de tormenta de masa de aire, y funciona mejor en casos de convección no severa. Es un índice importante para el pronóstico de precipitaciones intensas.

Los valores obtenidos para cada estación aerológica, pueden plotearse en cartas sinópticas y analizarse como un campo escalar; al asociarlos con la situación sinóptica, serán más o menos significativos según si las masas de aire están afectadas por flujos convergentes o divergentes.

En la Tabla II2 se muestra la probabilidad de tormentas de masa de aire obtenida por Whiting:

Valor de K					Probabilidad de tormentas
		K	<	20	Ninguna
20	≤	K	<	25	Tormentas aisladas
25	≤	K	<	30	Tormentas ampliamente dispersas
30	≤	K	<	35	Tormentas dispersas
		K	≤	35	Numerosas tormentas

Tabla II2: Indice K y probabilidad de tormentas de masa de aire

Los valores del Indice **K** pueden correlacionarse con el porcentaje de probabilidad de ocurrencia de tormentas, Tabla II3. Estos valores variarán con la estación del año, la ubicación de la estación meteorológica y la situación sinóptica.

K			porcentaje (%)
	<	15	0
15	a	20	20
21	a	25	20 a 40
26	a	30	40 a 60
31	a	35	60 a 80
36	a	40	80 a 90
	>	40	próximo a 100

Tabla II3: Indice K y porcentajes de probabilidad de tormentas

Debido a que este índice no es muy confiable para las estaciones de montaña, los estudios realizados para pronósticos aeronáuticos permitieron obtener valores de K para la montaña y el llano (Tabla II4), se tiene en cuenta

que K no es representativo cuando el nivel de 850 hPa está cerca del nivel de superficie (George, 1960).

Valor de K		Probabilidad de tormentas
W Rocallosas	E Rocallosas	
menor 15	menor 20	Ninguna
15 a 20	20 a 25	Tormentas aisladas
21 a 25	26 a 30	Tormentas ampliamente dispersas
26 a 30	31 a 35	Tormentas dispersas
mayor 30	mayor 35	Numerosas tormentas

Tabla II4: Indice K para montaña y llano y probabilidad de tormentas

II.3. Indice de Showalter (S):

El Indice **S** se calcula mediante la diferencia entre la temperatura del entorno en el nivel de 500 hPa y la temperatura de una parcela que asciende adiabáticamente desde el nivel de 850 hPa hasta el nivel de 500 hPa.

$$S = T_{500} - T'_{500}$$

Se calcula gráficamente con el emagrama, a partir de la temperatura del entorno en el nivel de 850 hPa se asciende por la adiabática seca que pasa por ese punto hasta alcanzar el **N**ivel de **C**ondensación por **A**scenso. Desde el NCA se continúa por la adiabática saturada hasta el nivel de 500 hPa la temperatura en ese nivel se denomina **T'**. La diferencia $(T - T')_{500}$ con su signo es el índice **S** que es positivo cuando T' está a la izquierda del sondeo e indicando mayor estabilidad (Tablas II5 e II6).

El Indice **S** no es representativo cuando entre los niveles de 850 hPa y 500 hPa se presenta una inversión de temperatura.

Valor de S	Probabilidad de tormentas
3 a 1	Posibles tormentas (necesita un fuerte gatillo)
0 a -3	Inestable - probables tormentas
-4 a -6	Muy Inestable (buen potencial-tormentas fuertes)
< -6	Extremadamente inestable (buen potencial-tormentas violentas)

Tabla II5: Indice S, inestabilidad y probabilidad de tormentas

Valor de S	Probabilidad de tormentas
S < +3	chaparrones en el área
+1 < S < -2	tormentas
-6 < S	tormentas violentas y tornados

Tabla II6: Indice S y probabilidad de tormentas

II.4. Indice Lifted (LI)

El Indice **LI** fue desarrollado por J.G. Galway a mediados de los años 50 y surgió ante la limitación que tiene el Indice **S** de no estimar el calentamiento diurno; el procedimiento para obtenerlo es el siguiente:

1. se determina la relación de mezcla media de la capa más baja de la atmósfera (primeros 100 hPa) a través del método de igualación de áreas y una temperatura máxima pronosticada; los primeros 100 hPa se usan como las modificaciones debido a la insolación (calentamiento y mezcla);
2. se identifica el NCA con la relación de mezcla media y la temperatura máxima pronosticada, y a partir de ese nivel se asciende por la adiabática saturada hasta el nivel de 500 hPa;
3. a la temperatura de la parcela en este nivel $T_{p\ (500)}$ se le resta la temperatura del sondeo $T_{e\ (500)}$.

$$\mathbf{dT\ (°C) = T_{p\ (500)} - T_{e\ (500)} = LI}$$

Si bien el cálculo en los puntos 2 y 3 es idéntico al utilizado para obtener el índice **S**, los valores de **LI** algebraicamente usualmente son menores. Los valores críticos para el Indice **LI** se muestran en la Tabla II7:

LI					Inestabilidad
4	<	dT			muy estable
4	<	dT	<	0	estable
0	<	dT	<	-4	inestable
-4	<	dT			fuertemente inestable
-6	<	dT			probables tornados

Tabla II7: Indice LI e inestabilidad

A pesar de que el Indice **LI** considera los efectos de superficie, puede ocurrir que por convergencia en niveles intermedios se den condiciones de mayor inestabilidad y considerarse ascensos desde otros niveles.

Este procedimiento, usado en la unidad **SELS** (**Se**vere **L**ocal **S**torms) del **NSSFC** (**N**ational **S**evere **S**torms **F**orecast **C**enter), es una variante del método de Galway. Emplea la relación de mezcla media de los primeros 100 hPa y la temperatura de los 100 hPa por encima de superficie incrementada 2°C para obtener el NCA, y a partir de allí el procedimiento es el mismo.

En la Tabla II8 se encuentran los valores críticos obtenidos para LI.

Valor de LI	Inestabilidad y probabilidad de tormentas
0 a -2	Posibles tormentas (necesita buena acción gatillo)
-3 a -5	Inestable - probables tormentas
< -5	Muy inestable - fuerte a severo potencial de tormentas

Tabla II8: Valores críticos de LI, estabilidad y probabilidad de tormentas

II.5. Indice Cross-Total (CT):

El Indice **CT** relaciona la humedad en capas bajas con la temperatura en niveles superiores a través del calculo de la diferencia entre la temperatura de punto de rocío en el nivel de 850 hPa (Td_{850}) y la temperatura en el nivel de 500 hPa (T_{500}).

$$\mathbf{CT = Td_{850} - T_{500}}$$

Altas temperaturas de punto de rocío en el nivel de 850 hPa y bajas temperaturas en el nivel de 500 hPa dan valores altos de CT. En general, antes que se desarrolle la actividad convectiva el CT = 18, pero un CT = 18 no garantiza que se desarrolle la convección.

II.6. Indice Vertical-Total (VT):

El Indice **VT** indica el gradiente entre dos superficies de presión constante, y se calcula como la diferencia entre la temperatura en el nivel de 850 hPa (T_{850}) y la temperatura en el nivel de 500 hPa (T_{500}).

$$VT = T_{850} - T_{500}$$

Usualmente, antes que se desarrolle la actividad convectiva VT = 26, pero VT = 26 no es garantía de que se desarrolle la convección.

En el oeste de los EEUU, donde la mayoría de las tormentas son orográficas o de naturaleza de masa de aire, el índice VT se correlaciona mejor con la actividad convectiva, a mayor VT mayor inestabilidad condicional.

Una "humedad significativa" en los niveles de 700 hPa o 500 hPa es suficiente para iniciar tormentas. Se define "humedad significativa" a una depresión del punto de rocío de 6°C o menos en esos niveles; o a una temperatura de punto de rocío de -17°C o más caliente en 500 hPa, o de 0°C o más caliente en 700 hPa.

El VT se correlaciona con tormentas si hay humedad disponible en niveles medios; algunos sondeos completamente secos registran altos valores de VT pero sin humedad suficiente en algún nivel no pueden desarrollarse tormentas.

En la Tabla II9 se muestran los valores del índice y su relación con la actividad convectiva:

	VT		Actividad Convectiva
29	28 a 32	32	tormentas aisladas algunas tormentas tormentas dispersas

Tabla II9: Indice VT y actividad convectiva

II.7. Indice Total-Total (TT):

El Indice Total-Total fue introducido por Miller (1972), se utiliza para identificar potenciales áreas de desarrollo de tormentas y es el resultado de la suma de dos índices convectivos el Cross-Total (CT) y el Vertical-Total (VT).

$$TT = CT + VT$$

TT se calcula con la temperatura del nivel de 850 hPa más la temperatura de punto de rocío del nivel 850 hPa menos dos veces la temperatura del nivel de 500 hPa.

$$TT = T_{850} + Td_{850} - 2T_{500}$$

Los valores del índice TT para convección se muestran en la Tabla II10:

	TT		Actividad Convectiva
	44		Potencial débil
	50		Tormentas fuertes
50	a	55	Tormentas moderadas
	>	55	Tormentas muy fuertes

Tabla II10: Indice TT y actividad convectiva

El Indice TT debe ser usado cuidadosamente pues el índice CT, o la humedad en capas bajas, es posible que den valores altos de TT dado un gradiente de temperatura con un bajo contenido de humedad en capas bajas.

En las Tablas II11 e II12 se muestran los valores de estos índices con respecto a la probabilidad de tormentas al W y E de las Rocallosas.

TT	Probabilidad de tormentas - W Rocallosas
48	Aisladas o algunas
52	Dispersas; algunas de moderada intensidad
55	Dispersas; algunas moderadas; severas aisladas
58	Dispersas moderadas; algunas severas; tornados aislados
61	Aisladas a numerosas moderadas; algunas a aisladas severas, algunos tornados
64	Numerosas moderadas; aisladas severas; tornados aislados

Tabla II11: Indice TT y probabilidad de tormentas al W de las Rocallosas

CT	VT	TT	Probabilidad de tormentas - E Rocallosas
18-19	26 ó >	44	Aisladas o algunas
20-21	26 ó >	46	Dispersas
22-23	26 ó >	48	Dispersas; severas aisladas
24-25	26 ó >	50	Dispersas; algunas severas; tornados aislados
26-29	26 ó >	52	Aisladas a numerosas; algunas a aisladas severas, algunos tornados
30	26 ó >	56	Numerosas; aisladas severas; tornados aislados

Tabla II12: Indice TT y probabilidad de tormentas al E de las Rocallosas

II.8. Indice Sweat:

El **S**evere **WEA**ther **T**hreat Index (**SWEAT**) se usa para estimar el potencial tiempo severo en una dada masa de aire. Se calcula a partir de cinco términos los cuales contribuyen a los desarrollos convectivos severos:

1. Humedad en capas bajas (temperatura de punto de rocío nivel de 850 hPa);
2. Inestabilidad (Indice Total-Total);
3. Jet en capas bajas (velocidad del viento en el nivel de 850 hPa);
4. Jet en niveles altos (velocidad del viento en el nivel de 500 hPa);
5. Advección caliente (rotación entre 850 y 500 hPa)

La ecuación para el cálculo del índice, en la cual ningún término debe ser negativo, es la siguiente:

$$\mathbf{SWEAT} = \mathbf{12D} + \mathbf{20(T-49)} + \mathbf{2}f_8 + f_5 + \mathbf{125(S+0.2)}$$

donde:

D temperatura de punto de rocío en el nivel de 850 hPa;
si D es negativo el término es tomado igual a cero

T índice Total Total en °C;
si T < 49 el término [20 (T-49)] se toma igual a cero;

f_8 velocidad del viento, en nudos, en el nivel de 850 hPa;

f_5 velocidad del viento, en nudos, en el nivel de 500 hPa;

S función de la rotación del ángulo entre f_8 y f_5;

125 (S+0.2) se toma igual a cero si se dan algunas de las siguientes condiciones para S:

S = sen (dd $_{500}$ - dd $_{850}$)	130° < dd $_{850}$ < 250° 210° < dd $_{500}$ < 310° dd $_{500}$ - dd $_{850}$ > 0 ff $_{500}$ y ff $_{850}$ ambos menores a 15 nudos

En nuestra región las condiciones para S son:

S = sen (dd $_{850}$- dd$_{500}$)	60 < = dd $_{850}$ <= 280° 280 <= dd $_{500}$ <= 340° dd $_{850}$ - dd $_{500}$ = 0 Td850 < 0 entonces Td850 = 0

SWEAT es algo más que un típico "Indice de Estabilidad" pues incorpora información termodinámica (temperatura de punto de rocío y TT) y cinemática (flujos fuertes favorables en capas bajas y medias con vientos rotando con la altura).

Los valores aceptados para el SWEAT se muestran en la Tabla II13:

SWEAT	Tormentas
250	Tormentas
350	Tormentas severas
425	Tornados

Tabla II13: Indice SWEAT y tipo de tormentas

El Indice SWEAT es sólo una indicación del potencial de tiempo severo, un alto valor de SWEAT no significa que ocurrirá tiempo severo algún tipo de acción gatillo es necesaria para obtener el potencial.

La experiencia ha mostrado que valores altos de SWEAT pueden ocurrir en la mañana (12 UTC) sin coincidir con tiempo convectivo severo. El potencial de tiempo severo se logra si el valor predecido para la tarde o noche es también alto. Se han observado valores bajos de SWEAT indicando que no ocurrirá tiempo severo, pero que se incrementaron extremadamente durante el período de 12 horas posterior.

Este índice no debe usarse para pronosticar tormentas ordinarias, específicamente se discrimina entre tormentas ordinarias y severas con el uso de términos de cortante, estabilidad y de velocidad del viento

APENDICE AD

ANALISIS DISCRIMINANTE MULTIVARIADO

El **Análisis Discriminante Multivariado** se usa para determinar cual o cuales variables distinguen mejor entre dos o más grupos la ocurrencia de un evento (Morrison, 1976).

El concepto básico y fundamental del Análisis de la Función Discriminante es establecer que grupos se diferencian respecto de la media de una variable, y entonces usar esa variable como miembro del grupo de predictores.

El **Análisis Discriminante** es muy similar al **Análisis de la Varianza** (**ANOVA**); concretamente se puede responder **SI** o **NO** dos o más grupos de variables son significativamente diferentes, cada uno de ellos con respecto a la media de una variable en particular, si la media de una variable es significativamente diferente en grupos diferentes. Se puede decir entonces que **esa variable discrimina entre los grupos** (Panofky y Brier, 1968).

En el caso de una sola variable el test de significancia final de **SI** o **NO** la variable discrimina entre grupos es el **test F de Fisher** (**F-test**).

Tal como se describe en los conceptos elementales de estadística, y en el **análisis de varianza ANOVA** y/o el **análisis multivariado de varianza MANOVA,** el estadístico **F de Fisher se evalúa como la relación de la varianza entre grupos de los datos sobre la combinación (promedio) con grupos de varianza**. Si la varianza entre grupos es significativamente grande entonces habrá diferencias significativas entre las medias.

En el estudio se incluyen diversas variables para ver cual, o cuales, contribuyen a la discriminación entre grupos; se tiene entonces una matriz del total de las varianzas y covarianzas, como así también la matriz combinación de varianzas y covarianzas. Esas dos matrices pueden compararse a través del **F-test multivariado** a fin de determinar si entre los grupos existe o no una diferencia significativa respecto a todas las variables.

Este procedimiento es idéntico al **análisis multivariado de varianzas - MANOVA**.

Como en MANOVA, primero se puede llevar a cabo el test multivariado, y si es estadísticamente significativo, proceder a ver cual de las variables tiene medias significativamente diferentes a través de los grupos. El procedimiento con múltiples variables es muy complejo, el principal razonamiento es que se buscan las variables que mejor discriminen entre grupos observando las diferencias entre las medias.

La aplicación más común del **Análisis Discriminante Mulltivariado** es incluir muchas variables con el objeto de determinar las que mejor discriminan entre grupos, es decir, **construir un modelo que permita obtener el mejor predictor en cada grupo.**

AD.1. Análisis Discriminante Escalonado:

Un método para construir un **modelo estadístico de predicción** es el **Análisis Discriminante Escalonado (ADE) hacia adelante (forward stepwise análisis)**, en el que se construye un **modelo de discriminación paso a paso**. En cada paso el programa estadístico revisa todas las variables y evalúa cual de ellas contribuye más a la discriminación entre grupos, esa variable será incluida en el modelo, y el análisis continuará con el paso siguiente.

Otro método es el **Análisis Discriminante Escalonado (ADE) hacia atrás (backward stepwise análisis)**, en éste el programa estadístico incluye primero todas las variables en el modelo y luego a cada paso elimina la variable de los grupos miembros que menos contribuye a la predicción.

Como resultado exitoso del análisis se tendrán en el modelo sólo las variables "**más importantes**", esto es, **aquellas variables que mejor contribuyen a la discriminación entre grupos**.

El procedimiento **escalonado** está "**guiado**" por los respectivos valores de **F de entrada (F to enter)** y **F de salida (F to remove)**. El valor de **F entrada/salida** para una variable indica su **significancia estadística** en la

discriminación entre grupos, o sea **es una medida del aporte de cada variable como miembro del grupo y como única contribución a la predicción.** Los valores de F de entrada y de F de salida pueden interpretarse en el mismo sentido que el procedimiento paso a paso de la regresión múltiple.

El programa estadístico continuará eligiendo las variables que serán incluidas en el **modelo estadístico** mientras los respectivos valores de F para esas variables sean mayores que el especificado para **F de entrada**, y excluirá del modelo las variables cuya significancia sea menor que el valor especificado **F de salida.**

Una interpretación común de los resultados del **ADE** es tomar los niveles de significancia estadística a valor nominal. Cuando el estadístico decide cual variable incluir o excluir en el paso siguiente del análisis, computará la significancia de la contribución de cada variable en consideración.

El **ADE** incorpora al azar, es decir, elige las variables que serán incluidas en el modelo como el campo de máxima discriminación. Por lo tanto, cuando se usa la aproximación **escalonada** se tratará que los niveles de significancia no repercutan en el verdadero rango del error alfa, esto es, la probabilidad de rechazar erróneamente **la hipótesis nula H_0 de que no hay discriminación entre grupos.**

El análisis multivariado de la varianza fue originalmente desarrollado por Wilks (1932) a través de un principio generalizado de razón de probabilidad.

AD.2. Programa Estadístico:

El disponer de un Programa Estadístico para PC permitió realizar el **ADE** con el fin de obtener un modelo estadístico de predicción de convección.

Una vez elegidas las variables e indicado el procedimiento, el programa realiza el **ADE** y proporciona los siguientes resultados:

* Cantidad de pasos del análisis,
* Número de variables entradas en el modelo,
* Ultima variable ingresada,
* Variables en el Modelo:
  Nombre de la variable, Wilks Lambda, Lambda Parcial, F de remoción, nivel-p referido a F de remoción, Tolerancia, 1-Tolerancia,
* Variables fuera del Modelo:
  Nombre de la variable, Wilks Lambda, Lambda Parcial, F de remoción, nivel-p referido a F de remoción, Tolerancia, 1-Tolerancia,
* Distancia entre grupos,
* Resumen del Análisis Escalonado para las variables elegidas:
  Número de paso, F de entrada o remoción, grados de libertad y nivel p del F respectivo, Número de variables en el modelo después de la variable elegida, Wilks Lambda después del paso respectivo, valor de F asociado con el Lambda, grados de libertad y nivel p para ese F,
* Análisis Canónico y gráficos,
* Funciones y Matrices de Clasificación,
* Clasificación de Casos,
* Distancias Cuadradas de Mahalanobis,
* Probabilidades Posteriores.

El valor **Wilk's Lambda** representa la discriminación entre grupos, asumiendo valores en el rango entre 0 y 1, corresponde **0** a la **discriminación total** y **1** a la **no discriminación**. Este valor se evalúa sobre toda la discriminación como la relación entre el determinante de la matriz de varianza/covarianza de los grupos entrantes (W) sobre el determinante de la matriz total de varianza/covarianza (T)

Wilk's Lambda = det (W) / det (T)

El **Lambda Parcial** se define como el incremento multiplicativo en Lambda que resulta de incorporar la variable respectiva, es decir Wilk's Lambda asociado con la única contribución de la respectiva variable al poder discriminatorio del modelo.

Lambda parcial = lambda después / lambda antes

De otra manera se puede definir como la relación entre el Wilk's lambda después de incorporar la variable sobre el Wilk's lambda antes de su incorporación.

El valor de **F de remoción** es el valor de F de Fisher asociado en el respectivo Lambda parcial y se calcula como:

$$F = [(n-q-p)/(q-1)]^* [(1-\lambda \text{ parcial})/\lambda \text{ parcial}]$$

donde **n** número de casos
q es el número de grupos
p es el número de variables
λ parcial es lambda parcial

La **Tolerancia** para cada variable se computa como $1-R^2$, donde R^2 es el coeficiente de correlación de la respectiva variable con respecto a todas las otras variables en el modelo, es una medida de la redundancia de la variable.

Las **Funciones de Clasificación** permiten determinar los **scores** o **puntajes** para cada caso y cada grupo. Los scores (**S**) se calculan a través de la siguiente fórmula:

$$S_i = C_i + w_{i1} * x_1 + w_{i2} * x_2 + w_{i3} * x_3 + \ldots\ldots + w_{im} * x_m$$

donde:
i indica el grupo respectivo
1,2,3,..,m indican las m variables (predictores) elegidos por el ADE
C_i constante para el i-ésimo grupo
w_i peso de la i-ésima variable en el score del i-ésimo grupo
x_i valor observado del caso respectivo de la i-ésima variable
S_i es el resultado del score

La **Matriz de Clasificación** contiene información acerca del número y porcentaje de casos clasificados correctamente en cada grupo, dando una clasificación de probabilidad a priori.

	Pronos	ticado	
Grupo	NO	SI	Porcentaje
Observado	p = 0.59	p = 0.41	Correcto
NO	158	50	75.96
SI	67	99	59.64
Total	225	149	68.71

Tabla AD.1: Matriz de Clasificación

Las filas de la matriz representan las clasificaciones observadas, en las columnas las pronosticadas, y la traza de la matriz muestra los casos clasificados correctamente

AD.3. Porcentaje de probabilidad de ocurrencia:

Con los scores (puntajes) obtenidos a través de las Funciones de Clasificación se puede calcular el **porcentaje de probabilidad de ocurrencia del evento** como:

$$P_{ij} = e^{Sij} / \sum_1 {}^q e^{Sij}$$

donde **P** es el valor de la probabilidad, **e** es la función exponencial, **S** es la función de clasificación respectiva.

La resolución de la fórmula precedente se realiza como sigue para ambos casos:

$$P_2 = 1 / 1 + e^{(S1 - S2)} \quad ; \quad P_1 = 1 / 1 + e^{(S2 - S1)}$$

donde el subíndice **1** indica **NO ocurrencia** y el **2 SI ocurrencia** respectivamente.

APENDICE ME

METODOS DE EVALUACION

ME.1. Evaluación de pronósticos probabilísticos:

La evaluación de pronósticos probabilísticos puede realizarse a través de una Tabla de Contingencia conformada tal como se muestra en la Tabla ME1:

	Pronos	ticado	
Observado	SI	NO	Suma
SI	x	y	x + y
NO	z	w	z + w
Suma	x + z	y + w	(x + y + z + w)

Tabla ME1: Tabla de contingencia para pronósticos probabilísticos

y donde **x, y, z, w** son respectivamente:

x	número de veces que	**SI**	se pronosticó	y	**SI**	se observó
z	número de veces que	**SI**	se pronosticó	y	**NO**	se observó
y	número de veces que	**NO**	se pronosticó	y	**SI**	se observó
w	número de veces que	**NO**	se pronosticó	y	**NO**	se observó

y las sumas respectivas:

x+z	número de veces que se	pronosticó	**SI**
y+w	número de veces que se	pronosticó	**NO**
x+y	número de veces que se	observó	**SI**
z+w	número de veces que se	observó	**NO**
x+y+z+w	número total de	pronósticos	

La tabla de contingencia por si misma no constituye un método de verificación, pero provee la base para que a partir de sus componente se puedan determinar con facilidad los siguientes scores e índices (Panofky y Brier, 1968)

Porcentaje de Acierto	**A**	=	[(x+w)*100]/(x+y+z+w)
Porcentaje Climatológico de Acierto			
probabilidad de ocurrencia	**p**	=	(x+y*100)/(x+y+z+w)
probabilidad de no ocurrencia	**q**	=	(z+w*100)/(x+y+z+w)
Coeficiente de Asociación de Yule	**Q**	=	[(x*w)-(z*y)]/[(x*w)+(z*y)]
Chance Climatológica	**L**	=	[(x+z)*(x+y)+(y+w)*(z+w)]/(x+y+z+w)
Skill-Score o Grado de Acierto	**S**	=	(x+w-L)/(x+y+z+w-L)

Un pronóstico es de utilidad siempre que el **porcentaje de acierto** (**A**) sea mayor que la **probabilidad de ocurrencia** del evento (**p**) o **de no ocurrencia** (**q**), dependiendo de cual de ellos sea mayor.

El **coeficiente de asociación de Yule** (**Q**) relaciona los pronósticos con la ocurrencia del evento; si Q es positivo indica la asociación positiva.

El **Skill-Score** (**S**) o **grado de acierto** combina la información de la tabla de contingencia para obtener la relación entre el número de pronósticos correctos, el número total de pronósticos y el número esperado de pronósticos correctos basados en alguna metodología tal como chance, persistencia o climatología. Este coeficiente es igual a uno cuando todos los pronósticos son correctos, e igual a cero cuando el número de pronósticos correctos son puramente por **Chance Climatológica** (**L**).

ME.2. Evaluación de pronósticos dicotómicos:

Muchas medidas de la verificación del acierto fueron mencionadas y aplicadas en experimentos de pronósticos, incluyendo el llamado **Verdadero Acierto Estadístico** (**TSS** - **T**rue **S**kill **S**tatistic). Este coeficiente ha sido muy usado en estadística y recomendado por Murphy y Daan (1985) como una formulación apropiada del Skill-Score (Doswell III et al, 1990).

En general el Skill-Score es una medida relativa del acierto del pronóstico, comparando el pronóstico en cuestión con alguna técnica standard de predicción tal como chance, persistencia o climatología.

En la Tabla ME2 se muestran los elementos de una tabla de contingencia asociada con pronósticos dicotómicos, y combinando sus elementos se pueden obtener diferentes probabilidades de acierto.

	Pronos	ticado	
Observado	SI	NO	Suma
SI	x	y	x + y
NO	z	w	z + w
Suma	x + z	y + w	(x + y + z + w)

Tabla ME 2: Tabla de contingencia para pronósticos dicotómicos

Con los elementos de la Tabla se pueden definir ocho posibles combinaciones las cuales se presentan en la Tabla ME3:

Probabilidad de Detección	**POD**	=	x/x+y	**P**robability **o**f **D**etección
Falsa Alarma	**FAR**	=	z/x+z	**F**alse **A**larme **R**atio
Frecuencia de Errores	**FOM**	=	y/x+y	**F**recuency **o**f **M**isses
Probabilidad Eventos Nulos	**PON**	=	w/z+w	**P**robability **o**f **N**ull events
Frecuencia de Aciertos	**FOH**	=	x/x+z	**F**recuency **o**f **H**its
Probabilidad Falsa Detección	**POFD**	=	z/z+w	**P**robability **o**f **F**alse **D**etection
Detección Fallida	**DFR**	=	y/y+w	**D**etection **F**ailure **R**atio
Frecuencia de Pronósticos Nulos Correctos	**FOCN**	=	w/y+w	**F**recuency **o**f **C**orret **N**ull forecast

Tabla ME3: Combinaciones de los elementos de la tabla de contingencia

Según puede verse en la Tabla ME4 para la evaluación son necesarios sólo cuatro, ya que los coeficientes se complementan:

1	-	**FAR**	=	x+z/x+z-z/x+z	=	**FOH**
1	-	**POFD**	=	z+w/z+w-z/z+w	=	**PON**
1	-	**POD**	=	x+y/x+y-x/x+z	=	**FOM**
1	-	**DRF**	=	y+w/y+w-y/y+w	=	**FOCN**
		TSS	=	(xw-yz)/(x+y)(z+w)	=	**POD-POFD**

Tabla ME 4: Coeficientes para la evaluación

El Skill-Score definido por Heidke (1926) está dado por:

$$S = (C - E) / (N - E) = 2 (xw - yz) / y^2 + z^2 + 2xw + (y+z) (x+w)$$

donde:

número de pronósticos correctos	**C**	=	(x+w)
número total de pronósticos	**N**	=	(x+y+z+w)
número de pronósticos correctos puramente por chance	**E**	=	(x+z)(x+y)+(z+w)(y+w)/(x+y+z+w)

ME.3. Evaluación de pronósticos de iniciación de tormentas:

Los pronósticos de iniciación de tormentas también pueden ser evaluados a través de una tabla de contingencia (Tabla ME5) en la cual se consigna el número de casos en los cuales el evento fue pronosticado versus los casos en que el evento fue observado (Collier y Lilley, 1994)

	Pronos	ticado	
Observado	SI	NO	Suma
SI	x	y	x + y
NO	z	w	z + w
Suma	x + z	y + w	x + y + z + w

Tabla ME5: Tabla de contingencia para pronósticos de iniciación de tormentas

Indice de Yule	**YI**	=	$(x*w)-(y*z)/[(x+y)(x+z)(z+w)(y+w)]^{1/2}$	Yule Index
Porcentaje Equivalente Suceso	**EPS**	=	100[(YI+1)/2]	Equivalente Porcentaje Sucess
Probabilidad Detección	**POD**	=	100x/(x+y)	Probability of Detección
Falsa Alarma	**FAR**	=	100z/(x+z)	False Alarme Ratio
Indice Crítico Suceso	**CSI**	=	100x/(x+y+z)	Critical Sucess Index

El pronóstico es perfecto si

y = z = 0 entonces POD = CSI = EPS = 100 y FAR = 0.

El error es total si

x = w = 0 entonces POD = CSI = EPS = 0 y FAR = 100

Los parámetros POD, FAR y CSI (Schaefer, 1990) sólo proveen medidas de la eficiencia del método cuando el evento ocurre y/o es pronosticado, pero no incluyen los pronósticos correctos de no ocurrencia. YI y EPS los incluyen, por lo tanto dan una mejor medida de la importancia de la no ocurrencia del evento.

ME.4. Evaluación de pronósticos policotómicos:

Los pronósticos policotómicos se refieren situaciones en las que los pronósticos y las observaciones se pueden encuadrar en más de dos categorías. Para estos casos se puede obtener un valor **TSS** a partir de la definición de una tabla de contingencia, matriz **N**, cuya dimensión se puede generalizar en **k** x **k** (k filas por k columnas),

	Ob	ser	va	do		
Pronosticado	C_1	C_2	C_3	....	....	C_k	Total
C_1	n_{11}	n_{12}	n_{13}	....	....	n_{1k}	$n_{1\cdot}$
C_2	n_{21}	n_{22}	n_{23}	....	....	n_{2k}	$n_{2\cdot}$
C_3	n_{31}	n_{32}	n_{33}	....	....	n_{3k}	$n_{3\cdot}$
....	....	....	....	....	....	....	....
....	....	....	....	....	....	....	....
C_k	n_{k1}	n_{k2}	n_{k3}	....	....	n_{kk}	$n_{k\cdot}$
Total	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$	$n_{\cdot 3}$	....	....	$n_{\cdot k}$	$n_{\cdot\cdot}$

Tabla ME 6: Tabla de contingencia para pronósticos policotómicos

De acuerdo a esta notación el valor esperado **E** para el **ij**-ésimo elemento de la matriz estará dado por:

$$E_{ij} = (n_{i\cdot})\,(n_{\cdot j}) \,/\, n_{\cdot\cdot}$$

y su valor se puede obtener del ij-ésimo elemento observado que informa sobre que parte de los elementos observados tienen un skill por encima del acierto puramente al azar, o sea la matriz de los valores esperados **E** se puede obtener de la matriz original **N**.

Siguiendo el proceso se puede obtener una nueva matriz **R** cuyos elementos son:

$$R_{ij} = n_{ij} - E_{ij}$$

la suma de los elementos de la diagonal de esta matriz es la traza, **tr(R)**, y permite obtener el número de pronósticos correctos los cuales no son atribuibles al azar.

Con el objeto de medir el Skill se debe comparar la **tr(R)** con algún método standard; se puede definir entonces una nueva matriz **R*** la cual se configura asumiendo pronósticos perfectos, es decir, una matriz con ceros fuera de la diagonal, entonces

$$TSS = tr(R) / tr(R^*)$$

evidentemente si fueran emitidos pronósticos perfectos la matriz **N** sería la matriz **N***, ésta tendrá ceros fuera de la diagonal y el valor esperado E tendrá la siguiente forma:

$$E^*_{ij} = (n^*_{i.})(n^*_{.j}) / n^*_{..}$$

y entonces

$$R^* = n^* - E^*.$$

Si bien el cálculo del **TSS** puede realizarse para tablas de contingencia de más de dos opciones, el mismo no es simple ya que requiere dos pasos, uno para hallar la traza de la tabla de contingencia real y otro para la hipotética de pronósticos perfectos.

El cálculo del estadístico Skill-Heidke es más fácil de obtener para estos casos, ya que consiste solamente en el cálculo de la traza de la tabla de contingencia original,

$$C = tr(N)$$

El único cambio significativo se encuentra en el cálculo del número esperado de pronósticos correctos que no son por chance o al azar, en este caso

$$E = (n..)^{-1} \Sigma n_{i.}\ n_{.j}$$

Se observa que para el caso de pronósticos policotómicos que **S □ TSS,** pues:

$$S = tr(n) - tr(E) / N - tr(E)$$

$$TSS = tr(n) - tr(E) / tr(n^*) - tr(E^*)$$

La única diferencia entre estas dos similitudes es que dan diferentes medidas del Skill del pronóstico.

BIBLIOGRAFIA

Banta, R.M., 1984: Daytime boundary-layer evolution over mountainous terrain. Part I: Observations of the dry circulations. Monthly Weather Review, Vol 112, pag. 340-356.

_____, 1986: Daytime boundary-layer evolution over mountainous terrain. Part II: Numerical studies of upslope flow duration. Monthly Weather Review, Vol 114, pag. 1112-1130.

Bidner, A., 1970: The Air Force Global Weather Central severe weather threat (SWEAT) index - A preliminary report. Air Weather Service Aeroespace Science Review AWS RP 105-2, N° 70-3, pag. 2-5.

Brooks, H.E., C.A. Doswell III and R.A. Maddox, 1992: On the use of mesoscale and cloud-scale models in operational forecasting. Forecaster's Forum. Weather and Forecasting, Vol 7 N° 1, pag. 120-132.

Byers, H. R. y R. R Braham,1949: The Thunderstorm U.S. Government Printing Office, Washington D.C., 287 Pag.

Cooley, W. W. y P. Lohnes, 1971: Multivariate Data Analysis. John Wiley & Sons Inc New York, 361 Pag.

Collier, G. and R.B.E Lilley, 1994: Forecasting thunderstorm initiation in north-west Europe using thermodynamic indices, satellite and radar data. Meteorological Applications 1, pag. 75-84.

Cotton, W. R. y R. A Anthes, 1989: "Storm and Cloud Dynamics" - Academic Press, 883 Pag.

Emanuel, K.A.; 1994: "Atmospheric Convection". Oxford, University Press, 580 Pag.

Dodge, J., J. Arnold, G. Wilson, J. Evans and T.T. Fujita, 1986: The Cooperative Huntsville Meteorological Experiment (COHMEX). Bulletin of the American Meteorological Society, 67, pag. 417-419.

Doswell III, C. A. , 1991: A Review for forecasters on the application of hodographs to forecasting sever thunderstorms, National Severe Storms Laboratory, Norman, Oklahoma. National Weather Digest, Volume 16 Number 1, February, pag 2-16.

_____, R. Davies-Jones and D. L. Keller, 1990: On Summary Measures of Skill in Rare Evente Forecasting Based on Contingency Tables. Weather and Forecasting, Vol 5, pag. 576-585

Fawbush, E. J. y R. C. Miller;1953: A method for forecasting hailstone size at the earth surface. Bulletin of the American Meteorological Society, 34, pag. 235-241.

_____, _____ y L.G. Starrett, 1951: An empirical method of forecasting tornado developmente. Bulletin of the American Meteorological Society, 32, pag.1-9.

Galway, J. G., 1956: The lifted index as a predictor of latent instability. Bulletin of the American Meteorological Society, 37, pag. 528-529.

George, J.J.: Weather Forcast for Aeronautics, 1960, New York Academic Press. Pag. 407-415.

Ghidella de Hurtis, M. y M.E Saluzzi, 1979: Estudio de un modelo numérico de nube convectiva. Geoacta, Vol. 10 N° 1, pag. 111-112.

_____, _____, 1980: Estudio de un Modelo Parametrizado de Nube Convectiva a Través de su Aplicación a Casos Reales de Convección Severa Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales - Programa Nacional de Lucha Antigranizo.

Grandoso, H. N., 1966: Distribución Temporal y Geográfica del Granizo en la Provincia de Mendoza y su relación con algunos Parámetros Meteorológicos. Serie Meteorología, Volumen 1, Número 7.

_____, I. Zawadski y A. Sielecki, 1966a: Influencia del Viento en Altura Sobre el Desarrollo de Tormentas. Serie Meteorología, Volumen 1. Número 8.

_____, _____y _____, 1966b: Mesosanálisis de Tres Tormentas Típicas en Mendoza Serie Meteorología, Volumen 1, Número 9. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Contribuciones Científicas.

_____y J.Iribarne, 1963: Experiencia de Modificación Artificial de Granizadas en Mendoza. Temporadas 1959-60, 1960-61 y 1961-62. Fasciculo 3, Informes.

_____y _____, 1965: Experiencia de Modificación Artificial de Granizadas en Mendoza.Temporadas 1962-63, 1963-64 e Informe Final. Cinco Temporadas. Serie Meteorología, Volumen 1, Número 5.

_____, _____y J.M Nuñez, 1965: Estudio de los Campos de Flujo y de Temperatura de la Capa Inferior de la Atmósfera en la Provincia de Mendoza. Serie Meteorología, Volumen 1, Número 6.

Hirsch, J.H., 1971: Computer modeling of cumulus clouds during projet Cloud Catcher. Report 71-1, South Dakota School of Mines and Technology.

Houze Jr, R. A., B. F Smull and P. Dodge, 1990: Mesoscale Organization of Springtime Rainstorms in Oklahoma. Monthly Weather Review, Vol. 118, pag. 614-654

Houze, R.A.; 1993: "Cloud Dynamics" - Academie Press - 570 Pag.

Johns, R. H. and C. A. Doswell III, 1992: Severe Local Storms Forecasting. Weather and Forecasting, Vol.7, N°4, pag. 588-612.

Keenan, T.D.; 1986: Forecasting tropical cyclone motion using a discriminant analysis procedure. Monthly Weather Review, Vol. 1, N° 114, pag. 434-441.

Klemp, J. B. and R.B. Wilhelmson, 1978a: The simulation of three-dimensional convective storms dynamics. Journal of Atmospheric Sciences 35, 1070-1096.

_____, 1978b: Simulations of right- and left-moving storms porduced through storm splitting. Journal of Atmospheric Sciences 35, 1097-1110.

Knight, C. A., 1982: The cooperative convective precipitation experimet (CCOPE), 18 May - 7 August 1981. Bulletin of the American Meteorological Society 63, pag. 386-398.

Kõoeppen, W., 1948: Climatología , con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México - Buenos Aires. 460 Pag.

Lichtenstein, E. R., 1980: La Depresión del Noroeste Argentino - Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires. 130 pag.

_____y M.L.A Schwarzkopf, 1970a: Aspectos estadísticos de las líneas de inestabilidad en la Argentina. Meteorológica, Vol.1, N° 1, pag. 3-12

_____y _____, 1970b: Condiciones Meteorológicas asociadas a la ocurrencia de líneas de inestabilidad. Meteorológica, Vol. 1, N° 2, pag.79-89.

Maddox, R. A., 1973: A severe thunderstorm surface potential index (SPOT). Proceedings 8th A. M. S. Conference Severe Local Storms. Denver, Colorado, pag. 252-256

Mc Cutchan, M. H.; 1978: A model for predicting synotic weather types based on model output statistics, Journal of Applied Meteorology, 17, pag. 1466-1475

Mc Nulty, R.P., 1979: A statistical thunderstorm prediction technique. Preprints, 11th, Kansas City, American Meteorological Society, pag. 587-592.

_____, 1981: A statistical approach to short-term thunderstorm outlooks. Journal of Applied Meteorology, 20, pag. 765-771.

Miller, S. R., A. Bidner and R. A. Maddox, 1972: The use of computer products in severe weather forecasting (the SWEAT index). Air Weather Service Aeroespace Science Review AWS RP 105-2, N° 72-1, pag. 2-9.

Morrison, D. F., 1976: Multivariate Statistical Methods. Mc Graw Hill Book Company - New York. 404 Pag.

Moyano, M.C. , V. A. Blanco y E.J.Casinelli, 1972: Analisis comparativo de indices de inestabilidad como predictores de fenomenos convectivos para las estaciones Resistencia, Córdoba y Ezeiza. Meteorológica Vol 3 Nros 1-2-3, pag. 135-156.

Nery, J.T., M.E Seluchi y S.M.Brynsztein, 1991: Modelo de pronóstico estadistico de heladas para la region de Maringá. Anales Congremet VI - Pag. 41-42

Nicolini, M., 1980: Aplicación y Comparación de Distintos Métodos para Estimar la Velocidad de Desplazamiento de Tormentas Convectivas en Mendoza. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

_____, 1987a: Efecto de una cortante vertical constante del viento en la convección "no profunda". Parte I: Descripción del modelo y discusión de la dinámica de las soluciones numéricas. Geoacta, Vol. 14, N°1, pag. 1-14.

_____, 1987b: Efecto de una cortante vertical constante del viento en la convección "no profunda". Parte II: Desarrollo de las ecuaciones energéticas y discusión de la evolución energética de la convección Geoacta, Vol. 14, N°1, pag. 15-26.

_____y F.Norte, 1978: Análisis en tiempo diferido de las situaciones sinópticas correspondientes a los días de tormenta convectiva en la Provincia de Mendoza. Informe de la temporada granicera 1976-77 - Pag. 26-43

_____y _____, 1979: Estudio del comportamiento de algunas tormentas convectivas (Mendoza). Geoacta, Vol. 10, N°1, pag. 205-220.

_____y _____, 1980: Characteristics of Mendoza hailstorms and their environment. Proceding of the III° WMO Scientific Conference on Weather Modification - Clermont Ferrand - Francia; pag. 641-648.

_____, C. Saulo, M. Torres Brizuela and J. C. Torres, 1997. Simulation and prediction of mesoscale precipitating systems at CIMA. World Meteorological Organization - CAS/JSC Working group on numerical experimentation. Research activities in atmospheric and oceanic modelling. Report N°25 WMO/TD-N° 792, pag. 5.25-5.26.

Nkendirim, L. C., 1986: Chinooks in southern Alberta: some distinguishing nocturnal features. Journal of Climatology, 6, pag. 593-603

Norte F., 1980: Clasificación sinóptica de las tormentas convectivas y su relación con las tareas operativas en el área de Defensa. Informe de las primeras experiencias de ajuste de defensa. Temporada granicera 1978-1979.Tomo 2 Pag. 51-95. Programa Nacional de Lucha Antigranizo. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales.

_____, 1982: Evaluación de índices de inestabilidad y parámetros sinópticos como predictores de tiempo convectivo en el norte de Mendoza. Geoacta Volumen 11 N°2 pag 193-206

_____, 1988: Características del Viento Zonda en la Región de Cuyo. Tesis de doctorado. Universidad de Buenos Aires. 220 Pag.

_____, 1995: Condiciones meteorológicas favorables a la contaminación atmosférica en Mendoza. Mendoza Ambiental - IADIZA - CRICYT - CONICET. Pag. 197-206.

_____, M.O Silva y J Cristaldo, 1991: Métodos Objetivos de predicción de heladas en Mendoza. Parte II: Aplicados a tres oasis distintos, incluyendo información de la estructura vertical de la atmósfera. Anales Congremet VI - Pag. 43-44

Núñez, J. M., 1980: La Lucha Antigranizo en Argentina - Revisión. Meteorológica, Vol.XI, N° 2, pag. 31-51.

Orlanski, I., 1975: A rational subdivision of scales for atmospheric processes. Bulletin of the American Meteorological Society, 56, pag. 527-530.

Panofky H. A. y G.W. Brier, 1968: Some Applications of Statistics to Meteorology. The Pennsylvania State University, 224 pag. Chapter V: The Discriminant Function Pag. 118-122. Chapter IX: Forecast Verification. Pag. 191-208

Rosso, L.C., C.Y. Quinteros, R. de Candurra y S.Q. de Lázaro, 1987: Indices de inestabilidad como predictores de ocurrencia de precipitaciones Anales II Congreso Interamericano de Meteorología V Congreso Argentino de Meteorología. Pag 3.2.1-3.2.4

Ruiz, N. E. y W.M Vargas,1994: Ensayo de pronóstico objetivo de probabilidad de precipitación en Buenos Aires en base a análisis de 500 mb del ECMWF. Meteorológica Vol 19, N° 1 y 2, pag 3-11.

Saluzzi, M. E., 1980: Conditions of ocurrence of severe convective storms lewards of the Andes in Mendoza. National Commission on Space Research, Bs. As., Argentina. Sección III - 4.16 - Pag. 515 - 517.

_____,1983: Aspectos físicos de la convección severa en Mendoza - Tesis de Doctorado - Universidad de Buenos Aires - 115 pag.

_____, J.M Nuñez y L.Perez, 1979: Tramiento de la Información sobre la Actividad Convectiva Atmosférica a los fines del Programa Nacional de Lucha Antigranizo. Informe Primeras Experiencias de Ajuste de Defensa. Temporada granicera 1978-1979. Tomo 2. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales. Programa Nacional de Lucha Antigranizo

_____, J.M Nuñez y L.Perez, 1979: Las grandes nubes convectivas a sotavento de los Andes, sus características y su comportamiento. Geoacta, Vol 9, N°1, pag. 35-45

Schaefer, J.T., 1986: Sever Thunderstorm Forecasting. A historical perspective. Weather and Forecasting, Vol.1, pag. 164 a 189.

_____, 1990: The Critical Success Index as an Indicator of Warning Skill. Weather and Forecasting, Vol.5, Nro. 4 - pag. 570-575.

Schwarzkopf, M. L.A., 1977 a la fecha: Estudio de los tornados en la República Argentina

_____, 1989: Climatología de los efectos de la convección severa en la Argentina. Tesis de Doctorado - Universidad de Buenos Aires.

Seluchi, M. E.,1993: Estudio del comportamiento de los sistemas sinópticos migratorios en Argentina. Tesis de Doctorado Universidad de Buenos Aires

_____y F. A. Norte, 1994: Métodos objetivos de pronóstico de heladas en Mendoza. Parte III: Heladas tardías en San Rafael, incluyendo información de la estructura vertical y horizontal de la atmósfera. Meteorológica, Vol 19, Nros 1 y 2, pag 13-21.

Showalter, A. K., 1953: A stability index for thunderstorm forecasting. Bulletin of the American Meteorological Society, 34, pag. 250-252.

Simonelli, S. C.; J. M Gardiol y E. Piacentini, 1987: Análisis espectral de la relación entre la componente meridional del viento y la depresión del punto de rocío. Geoacta, Vol. 14, Nro. 1, pag 187-198.

Velasco, I., 1994: Complejos convectivos de mesoescala en Sud-América. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. 102 pag.

Wilson, J. W and C. K. Mueller, 1993: Nowcast of thunderstorm initiation and evolution. Weather and Forecasting, Vol.8, N°1, pag. 113 a 131.

_____, N.A. Crook, C. K. Mueller, J. Sun and M. Dixon, 1998: Nowcasting Thunderstorms: A status report Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 79, N° 10, October1998, pag. 2079-2099.