

ASPECTOS DE LA PRECIPITACION DE ENERO EN EL CENTRO Y NORESTE DE
ARGENTINA EN RELACION CON SU ESTIMACION POR SATELITE.

Marcela H. González e Inés Velasco
Departamento de Meteorología
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires
Buenos Aires, República Argentina

RESUMEN

La utilización de técnicas de estimación de la precipitación con información satelitaria requiere del conocimiento de determinadas características locales de la precipitación. En el presente trabajo se realiza un análisis de los datos de precipitación del mes de enero en la región central y noreste de Argentina (período 1965-1984) y se discuten los límites impuestos por estos resultados a una técnica de estimación de precipitación ensayada en el país. El análisis de frecuencias de observaciones en estaciones sinópticas y puestos pluviométricos indicó que cuando las precipitaciones superan los 25 mm, ambos tipos de observaciones son igualmente confiables. El análisis de las frecuencias de cantidades de precipitación permitió delimitar dos regiones, una que abarca el noreste (este de Formosa y Chaco, Corrientes y noreste de Santa Fé), en la cual la precipitación total se debe en buena medida a precipitaciones diarias superiores a 50 mm en 24 horas, y otra que rodea a la anterior hacia el sur y hacia el oeste en la que la precipitación total se debe principalmente a lluvias menores de 25 mm en 24 horas. El análisis de los datos de enero de 1982 y 1983, dió como resultado, que en el sector noreste del país, el 100% de los días con precipitaciones superiores a 50 mm, éstas fueron producidas por los denominados Complejos Convectivos de Mesoescala (MCCs). En particular, el análisis de los datos de enero de 1982 reveló tres regiones de máxima precipitación, coincidentes con la región donde se desarrollaron los tres MCCs ocurridos durante ese mes.

ABSTRACT

In satellite derived rainfall estimates, knowledge of the local rainfall characteristics is necessary. In this paper the rainfall data of the central and northeastern Argentina are analyzed over a period of twenty years and the limits imposed by the results to an essay of a rainfall estimation technique using satellite information, are discussed. The analysis of observation frequency in synoptic and raingauge stations shows that when rainfall amount is equal or greater than 25 mm, both data are equally reliable. The analysis of rainfall frequency outlines two regions, one in the northeast, in which the total rainfall is mainly due to daily rainfalls above 50 mm over 24 hours and another one, in which total rainfall is due to rains below 25 mm. The analysis for the months of January 1982 and 1983 shows as a significant result that when the rainfall in the northeastern part of the country passes 50 mm, this rainfall is exclusively produced by MCCs. The analysis of the rainfall data for January 1982 reveals three maximum rainfall regions, just where the MCCs took place.

INTRODUCCION

El ajuste de los métodos de estimación de la precipitación areal a través de información satelitaria requiere conocer el régimen de lluvias y las características de las mismas en la región donde se aplicará la estimación. Los métodos tradicionales de evaluación de la precipitación areal se basan en datos pluviométricos provenientes de estaciones y, cuando están disponibles, en mapas de ecos de radar. Estos métodos tienen limitaciones impuestas por las escalas de los sistemas precipitantes y la distribución de los puestos de observación. Las tormentas de mesoescala en general, no pueden ser detectadas por la red sinóptica convencional, ya que el área abarcada por las mismas puede ser menor que la que resuelve esta red y la ausencia de estaciones en áreas oceánicas no permite tener datos de precipitación en ellas. Por otro lado la red sinóptica convencional no cuenta con la densidad de estaciones necesaria para la delimitación del campo de precipitación, por lo cual debe recurrirse a mediciones realizadas en puestos pluviométricos que tienen una densidad mayor pero una confiabilidad discutible, como se analizará más adelante. El radar provee datos de alta resolución en tiempo y espacio pero cubre sólo un área limitada y en general, no se cuenta con la cantidad de radares necesaria para proveer información suficiente. Por estas razones la delimitación de áreas precipitantes y el eventual pronóstico de la precipitación mediante la utilización de información satelitaria resulta de gran interés. En particular los satélites geostacionarios cubren un área extensa y producen secuencias de imágenes infrarrojas y visibles cada media hora permitiendo estudiar la evolución de una tormenta y la posible precipitación que ella produce.

Durante el verano la región central-noreste de la República Argentina está afectada por el pasaje de distintos sistemas de tiempo como: frentes fríos, frentes calientes, líneas de inestabilidad y diversos sistemas convectivos de mesoescala, siendo cada uno de ellos generadores de precipitaciones que varían tanto en duración como en extensión. Algunos trabajos publicados estudian la contribución de los distintos sistemas sinópticos y de mesoescala a la precipitación total. Por ejemplo, Hoffmann (1971), usando los datos del periodo 1941-1950 para los meses de enero, abril, julio y octubre, en un estudio detallado de la contribución de los frentes y las líneas de inestabilidad a la precipitación en Corrientes obtuvo, entre otros resultados importantes, que en promedio, los frentes fríos aportan el 34%, las líneas de inestabilidad el 22% y los frentes fríos con inestabilidad prefrontal el 15%, a la suma mensual total de precipitación siendo todos estos procesos juntos responsables de la mayor contribución a la cantidad anual de agua precipitada. La contribución de los demás procesos atmosféricos (frentes calientes, frentes de altura, inestabilidad en masas de aire caliente y lluvias ligeras) se reduce sólo a un 16%. Wolcken (1954) estudió los aspectos sinópticos de los distintos tipos de sistemas precipitantes que atraviesan el país, separando las lluvias frontales de las no frontales, obteniendo que el 70% de los días con precipitación, ésta se debe a procesos frontales aportando un 79% a la cantidad anual de precipitación. Distinguió también diferentes tipos de sistemas productores de precipitación, entre ellos, los que llamó "frentes de lluvia", que son sistemas en los cuales, bajo determinadas condiciones de estratificación térmica y de distribución vertical de humedad en el aire caliente, se observa el inicio de un proceso de autoconvección que se propaga según un

régimen propio. Las condiciones sinópticas descritas por Wolken para los frentes de lluvia parecen ser muy semejantes a las condiciones en que se desarrollan los sistemas actualmente denominados Complejos Convectivos de Mesoescala (MCCs) (Maddox, 1980).

El presente trabajo surge como una necesidad de determinar ciertas características de la precipitación de enero en la región de Argentina que se extiende al norte de 35°S y al este de 65°O, que son necesarias para un mejor ajuste local de la técnica de estimación de la precipitación con la utilización de información satelitaria presentada por González y Velasco (1987) para su aplicación en Argentina.

INFORMACION UTILIZADA

Los valores de precipitación diaria usualmente disponibles en soporte magnético, corresponden a los totales medidos en 24 horas comprendidos entre las 9 hora oficial de un día y las 9 del día siguiente, en estaciones meteorológicas y puestos pluviométricos pertenecientes a la red del Servicio Meteorológico Nacional (figura 1). Esto constituye una dificultad seria cuando se trata de determinar la lluvia producida por algún sistema de tiempo que no necesariamente se desarrolla dentro de ese periodo de 24 horas. Para subsanar en parte esta dificultad se recurrió a la consulta de las planillas pluviométricas para los casos particulares de la ocurrencia de MCCs, habiéndose obtenido información de 77 puestos pluviométricos y estaciones meteorológicas distribuidos inhomogéneamente en el área de estudio para el periodo 1965-1984.

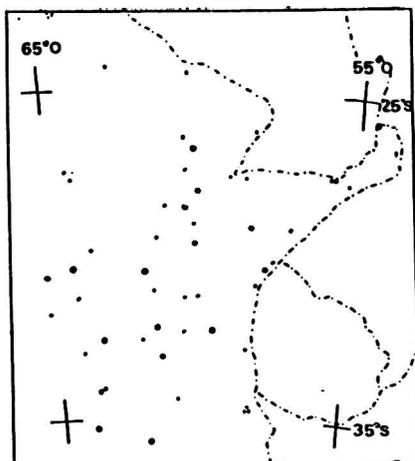


Figura 1: Distribución espacial de estaciones meteorológicas (•) y puestos pluviométricos (+). Los mapas tienen proyección estereográfica polar. Escala 1:20.000.000

Con el fin de comparar la calidad de los datos de lluvia que provienen de alguna manera de dos fuentes distintas (esto es:

54 Aspectos de la precipitación.

puestos pluviométricos y estaciones sinópticas), se analizaron las frecuencias por rangos de las observaciones provenientes de ambas fuentes en 11 localidades distintas distribuidas en toda el área para las que había un puesto y una estación próximos. Para clasificar por rangos los registros de los puestos pluviométricos, teniendo en cuenta los registros de la estación meteorológica más próxima, se permitió en los primeros una variación de hasta el 10%. Se observó que a medida que los valores de precipitación decrecen, el número de observaciones en los puestos pluviométricos es menor que el registrado en las estaciones meteorológicas, tal como obtuvo Hoffmann (1982). A modo de ejemplo se muestran en las figuras 2 y 3, los histogramas de frecuencias porcentuales de días con precipitación para la estación meteorológica y para el puesto pluviométrico de Guleguaychú que distan entre sí unos 6 km. Los resultados de ambos histogramas confirman que el porcentaje de observaciones en los puestos es menor respecto al de las estaciones cuando los totales de precipitación tienden a ser menores. En base a estos resultados y teniendo en cuenta la resolución del método de estimación aplicado, en este trabajo se fijó el umbral inferior de precipitación en 25 mm para aceptar como igualmente confiables los datos de estaciones meteorológicas y de puestos pluviométricos.

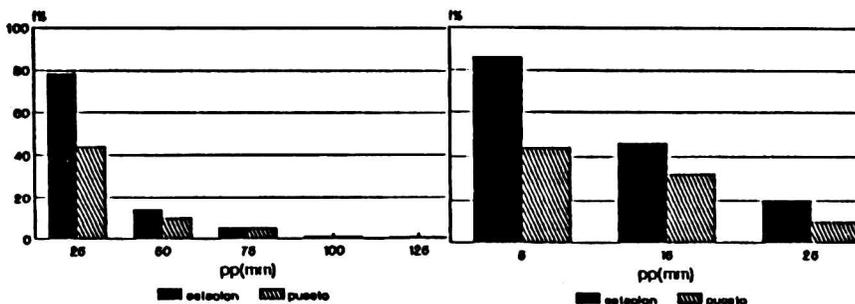


Figura 2: Distribución de frecuencias porcentuales de precipitación en Guleguaychú.

Figura 3: Idem figura 2 para otros rangos de precipitación.

ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PRECIPITACION

En las figuras 4, 5 y 6 se presentan los análisis de frecuencia porcentual de días con precipitación superior a 25 mm, 50 mm y 75 mm para enero. En la figura 4 se observa que, en general, toda la región estudiada es afectada por lluvias mayores que 25 mm, con frecuencias que oscilan entre un 15 y casi un 30%, notándose máximos más marcados, cada uno de ellos con un eje de máxima precipitación con orientación noroeste-sudeste. Esos máximos permanecen aunque menos marcados, en el campo de frecuencia de días con precipitación superior a 50 mm (figura 5). El campo de frecuencia de días con precipitación superior a 75 mm (figura 6) muestra

sólo un máximo en la región noreste, que abarca parte de Formosa, Chaco y Corrientes. Esta última característica se mantiene en el campo de frecuencia de días con precipitación superior a 100 mm. Hay que ser cautelosos con los resultados, pues a medida que se eleva el umbral de precipitación el número de casos decrece mucho como para aceptar los resultados como concluyentes. El análisis por décadas (1965-1974 y 1975-1984) no arrojó diferencias importantes entre ambas décadas.

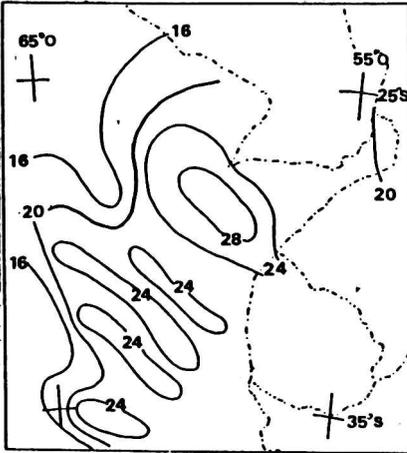


Figura 4: Frecuencia porcentual de días con precipitación superior a 25 mm.

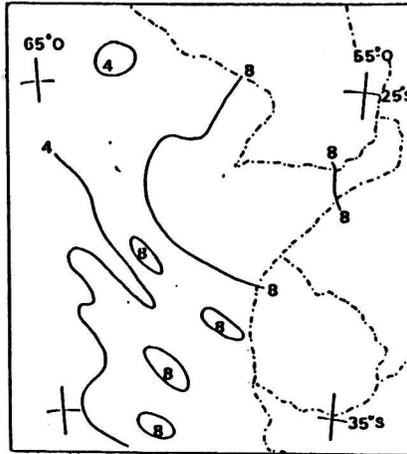


Figura 5: Frecuencia porcentual de días con precipitación superior a 50 mm.

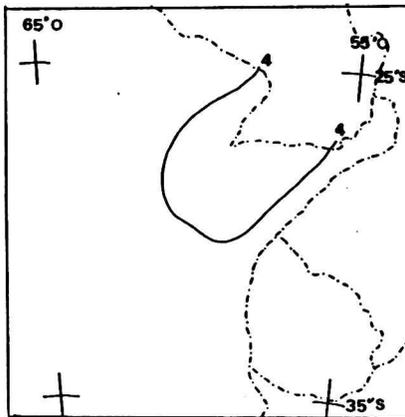


Figura 6: Frecuencia porcentual de días con precipitación superior a 75 mm.

56 Aspectos de la precipitación...

A nivel mensual los valores medios de precipitación en la región oscilaron entre 96 mm en Ezeiza y 190 mm en Resistencia, habiéndose alcanzado un valor máximo de 441.2 mm en Resistencia en enero de 1973. La precipitación para cada enero del período considerado muestra variaciones notorias año a año, pudiendo observarse desvíos positivos y negativos con respecto al promedio del período.

Si se hace un análisis espacial año a año se observa un comportamiento similar al anterior, por ejemplo, el campo de desvíos relativos respecto del promedio en enero de 1980 (figura 7) muestra claramente un déficit generalizado más marcado en la región central y centro-este del área en estudio, llegando a valores cercanos al 100%. Por el contrario, en enero de 1981 (figura 8) se observa un desvío positivo en casi toda la región con valores máximos que exceden el 100% en Santa Fé y Córdoba. En cambio, los eneros de otros años muestran regiones localizadas con excesos y déficits, como ocurre en enero de 1978 (figura 9), donde la región norte y noreste está afectada por precipitaciones hasta un 60% debajo de lo normal mientras que la zona central y sur por lluvias del orden del 150% por encima del promedio. Esto muestra que en algunos años hay desvíos generalizados en toda la región y en otros pueden presentarse regiones con los dos signos de desvíos.

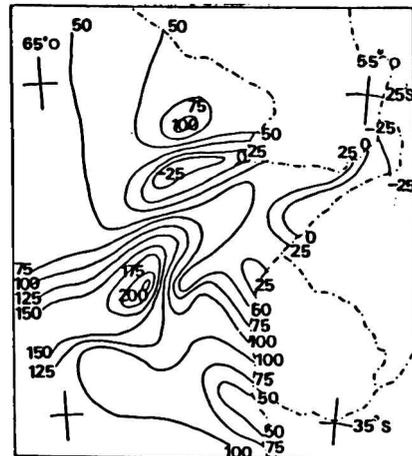
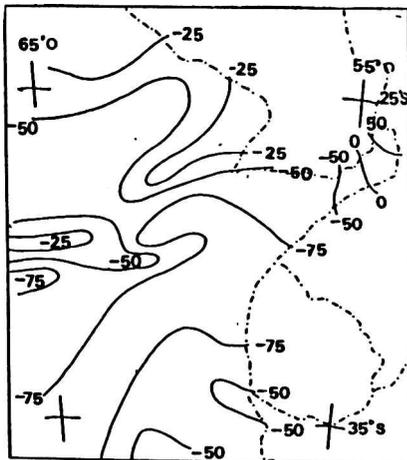


Figura 7: Campo de desvíos relativos en enero de 1980 respecto del promedio.

Figura 8: Campo de desvíos relativos en enero de 1981 respecto del promedio.

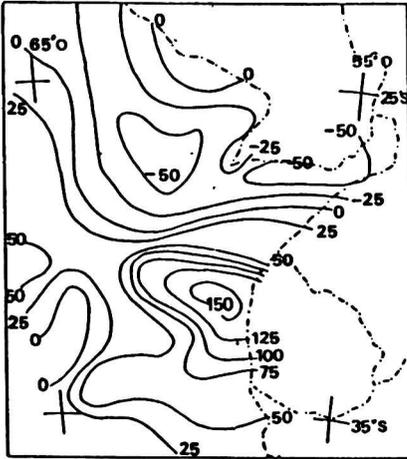


Figura 9: Campo de desvíos relativos en enero de 1978 respecto del promedio.

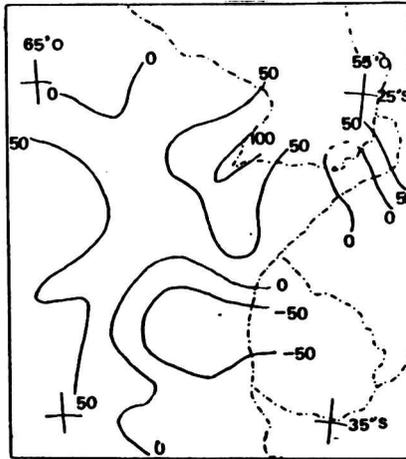


Figura 10: Campo de desvíos relativos en enero de 1983 respecto del promedio.

En particular el campo de desvíos de enero de 1982 respecto al campo promedio del período 1965-1984 presenta un déficit bastante generalizado, con valores que llegan a superar el 100% en el extremo noreste de la Mesopotamia, mientras que el campo de desvíos de enero de 1983 muestra una predominancia de excesos, excepto en la provincia de Entre Ríos y noreste de la provincia de Buenos Aires (figura 10).

Hay que señalar que a veces los resultados varían según el período considerado. Si se compara el campo promedio de precipitación de enero del período 1965-1984 (figura 11) con el obtenido por Hoffmann (1975) (figura 12) se puede observar que ambos coinciden en general, exceptuando el noreste donde el primero indica valores hasta un 50% más altos que el segundo.

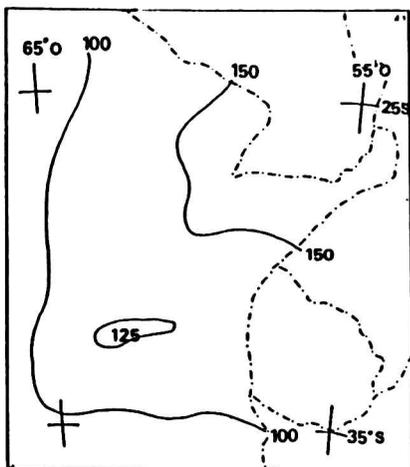


Figura 11: Campo promedio de precipitación de enero para el período 1965-1984.

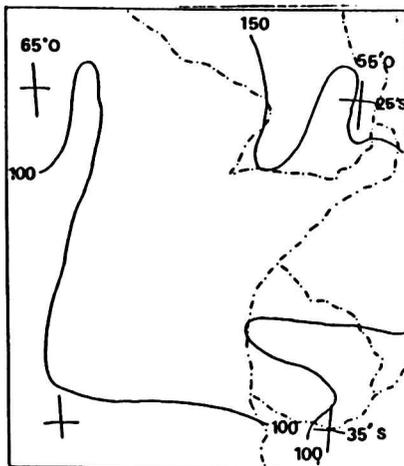


Figura 12: Campo promedio de precipitación de enero obtenido por Hoffmann.

Con el objetivo de determinar si en el área de interés existía o no un tipo preferencial de precipitación, en cuanto a la cantidad por evento se refiere, se fijaron dos umbrales de precipitación, uno inferior a 25 mm y otro superior a 50 mm. La figura 13 indica que las lluvias mayores que 50 mm en la región noreste del área considerada representan entre un 25 y un 35% del total de lluvia en el área. La figura 14 en cambio, muestra que, si bien en la región noreste los eventos con precipitación menor que 25 mm son también un porcentaje significativo (representan entre un 35 y un 50% de la precipitación mensual), tienen una predominancia algo mayor en una región envolvente de la anterior que se extiende hacia el oeste y sur de ella, donde en cambio las precipitaciones superiores a 50 mm son muy poco frecuentes.

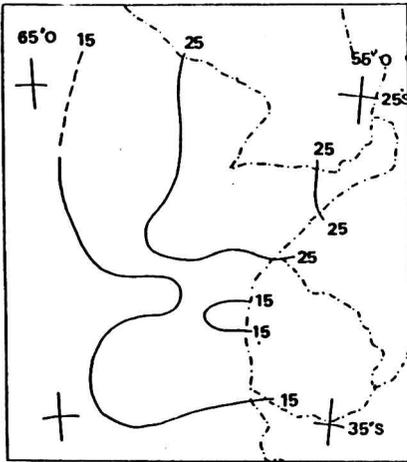


Figura 13: Porcentaje de precipitación superior a 50 mm.

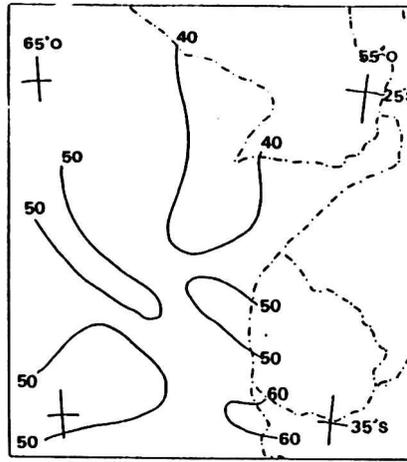


Figura 14: Porcentaje de precipitación inferior a 25 mm.

PRECIPITACION ASOCIADA CON LOS COMPLEJOS CONVECTIVOS DE MESOESCALA

A partir de los datos de precipitación asociados a los MCCs ocurridos en los meses de enero de 1982 y 1983, se analizaron los campos de frecuencia porcentual de días con precipitación producida por éstos (figura 15) y de días con precipitación producida por los MCCs pero fijando los umbrales mínimos de 25 mm (figura 16) y 50 mm (figuras 17). Se observa que al aumentar los totales de precipitación, existe un mayor porcentaje de días donde la precipitación proviene de este tipo de tormenta. Nótese la extensión del área abarcada por la isolínea de 100% en el campo de precipitación superior a 50 mm. Esto indica que en el sector noreste del país prácticamente el 100% de los días con precipitaciones superiores a 50 mm durante los meses de enero de 1982 y 1983, ésta fue producida exclusivamente por este tipo de tormenta. Este resultado parece indicar una contribución importante por parte de este tipo de tormentas a la precipitación total en el área, aunque ellos no representen la generalidad climatológica del origen de las lluvias en la región.

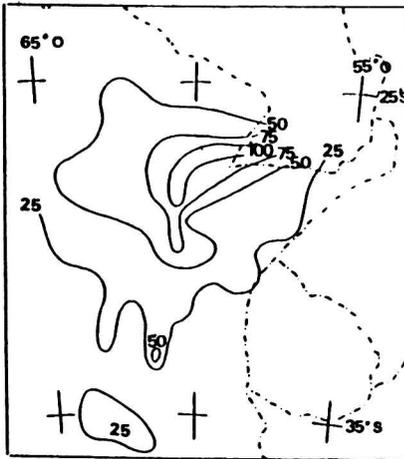


Figura 15: Frecuencia porcentual de días con precipitación producida por MCCs en enero de 1982 y 1983.

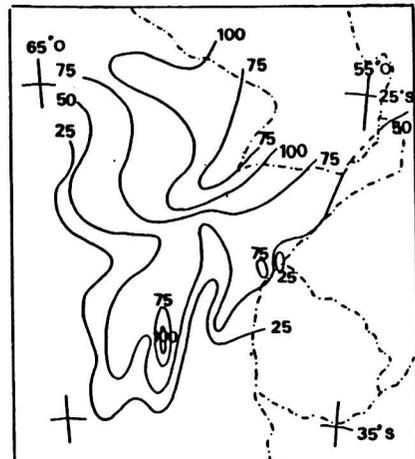


Figura 16: Frecuencia porcentual de días con precipitación superior a 25 mm producida por MCCs.

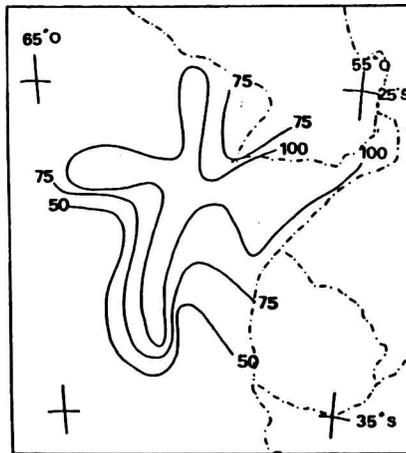


Figura 17: Frecuencia porcentual de días con precipitación superior a 50 mm producida por MCCs.

Durante enero de 1982 se desarrollaron sobre la región tres MCCs durante los días 16/17, 20/21 y 30/31. El cálculo del porcentaje de la precipitación total proveniente de estos sistemas se muestra en la figura 18, donde se indican las trayectorias de los mismos. Obsérvese que los tres centros de máxima contribución se corresponden con la zona de influencia de los tres complejos y una cuarta zona donde la contribución es más elevada se debe a que se corresponde con una zona de pasaje de dos MCCs. En los tres casos

se observa que más de un 40% de la precipitación del mes en esas regiones proviene de un solo MCC.

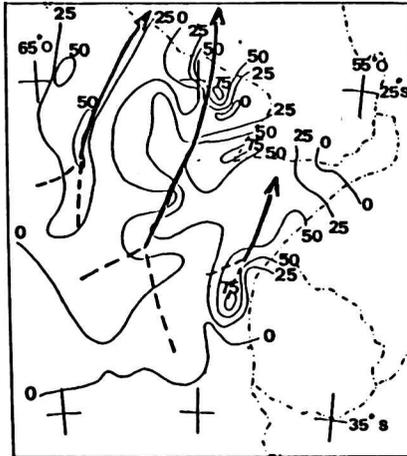


Figura 18: Porcentaje de la precipitación total que proviene de los tres MCCs ocurridos en enero de 1982.

Si se delimita el área de precipitación del MCC ocurrido el 23/24 de enero de 1983 (figura 19) con la isohieta de 25 mm se observa que se corresponde con la región donde la precipitación acumulada para ese mes (figura 20) es superior a 150 mm y por lo tanto un solo MCC estaría aportando hasta el 67% de la precipitación mensual.

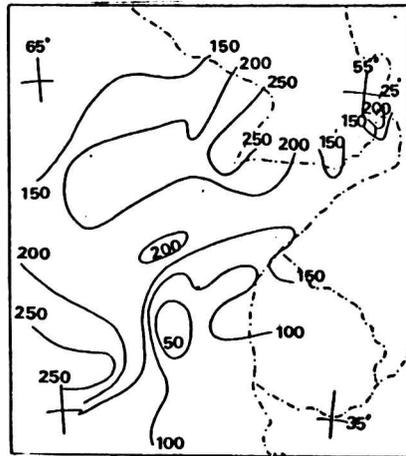
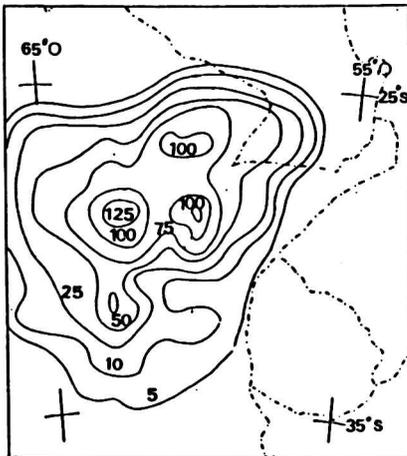


Figura 19: Campo de precipitación del MCC ocurrido el 23 y 24 de enero de 1983 adaptado por González y Velasco (1987).
Figura 20: Precipitación acumulada en enero de 1983.

CONCLUSIONES

La idea de este trabajo fue obtener, a partir de un archivo disponible, algunos rasgos de la precipitación observada en los meses de enero, que se vinculan con parámetros que se utilizan en la técnica de estimación de precipitación con información satelitaria de Scofield y Oliver (1977).

Los resultados indican que la aplicación de la técnica tiene una limitación importante impuesta por el umbral de confiabilidad de los datos disponibles para su verificación ya que provienen de estaciones meteorológicas y de puestos pluviométricos. Esto es, que sólo se podrían confirmar los resultados estimados cuando la precipitación acumulada en una tormenta iguala o supera los 25 mm.

La delimitación de dos áreas dentro de la región considerada, caracterizadas, una por la mayor frecuencia de precipitación en 24 horas superior a 50 mm y la otra por precipitaciones menores que 25 mm, indicaría que la técnica de estimación de precipitación es más adecuada en la primer área (extremo noreste de Argentina) y su aplicación sería más limitada en la otra. Las tormentas tipo MCC ocurridas durante los meses de enero de 1982 y 1983 fueron responsables de la mayoría de las precipitaciones superiores a 50 milímetros, lo que permitiría inferir que la técnica de estimación es aplicable a este tipo de tormentas. En particular en enero de 1982 se observó que las regiones de máxima precipitación coinciden con la zona de ocurrencia de este tipo de sistemas convectivos precipitantes. Este resultado debería confirmarse con la aplicación de la técnica a un mayor número de tormentas de este y otro tipo, que producen lluvias en ese rango.

Agradecimientos: A las autoridades del Servicio Meteorológico Nacional por la provisión de los datos pluviométricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- * González M. H. y Velasco I., 1987: "Factibilidad de evaluar la precipitación en Argentina con información satelitaria", Preprint II Congreso Interamericano de Meteorología, Buenos Aires, Argentina.
- * Hoffmann, J. A. J., 1971: "Frentes, masas de aire y precipitaciones en el Norte Argentino", Meteorológica, Vol. II, 130-149.
- * Hoffmann, J. A. J., 1975: "Atlas climático de América del Sur". W.M.O, Unesco, Cartographia.
- * Hoffmann, J. A. J., Galindez, B. y Rojas, R., 1982: "La distribución geográfica de la frecuencia de días con precipitación en el noreste argentino", Anales de la Sociedad Geográfica Argentina, 131-139.
- * Maddox, R. A., 1980: "Mesoscale Convective Complex", Bull. Am. Met. Soc. 61, 1374-1387.
- * Scofield R. y Oliver V., 1977: "A scheme for estimating convective rainfall from satellite imagery", NOAA Tech. Memo. NNESS 86.
- * Wolcken, K., 1954: "Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en Argentina", Meteoros, año IV, Vol.41, 327-366.