

MTN 41

37547

CONVENIO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES (UBA)
Y
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

ESTUDIO DE DISPERSION ATMOSFERICA DE
LA CENIZA PRODUCIDA POR LA ERUPCION
DEL VOLCAN HUDSON



Informe Final
Julio 1993

0/4.310
BIS
II

XIS

DIRECTOR DEL ESTUDIO
Dr. Guillermo J. Berri⁽¹⁾

COLABORADORES
Lic. Ana María Olalde⁽²⁾
Lic. Juan Carlos Torres⁽²⁾

LUGAR DE REALIZACION
Departamento de Ciencias de la Atmósfera, Facultad de Ciencias
Exactas y Naturales, UBA
Centro de Investigaciones de la Dinámica del Mar y la
Atmósfera (CIMA), CONICET

- (1) Profesor Adjunto UBA, Investigador Independiente CONICET
(2) Becario de Perfeccionamiento CONICET

INDICE

	pág.
1 ANTECEDENTES	1
1.1 CONVOCATORIA	1
1.2 REUNIONES CON LOS TECNICOS RESPONSABLES POR PARTE DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ	2
1.3 OTROS CONTACTOS REALIZADOS	3
1.4 ANTECEDENTES RELATIVOS A LA ERUPCION Y SUS CONSECUENCIAS	3
1.5 ANTECEDENTES SOBRE OTRAS ERUPCIONES VOLCANICAS.....	5
1.6 RELEVAMIENTO DE LA INFORMACION METEOROLOGICA.....	5
1.6.1 DATOS HISTORICOS	5
1.6.2 DATOS METEOROLOGICOS DURANTE Y CON POSTERIORIDAD A LA ERUPCION	5
1.6.3 IMAGENES SATELITALES DURANTE Y CON POSTERIORIDAD A LA ERUPCION	6
2 DATOS DISPONIBLES	6
2.1 DATOS METEOROLOGICOS	6
2.2 IMAGENES DE SATELITE	9
3 ANALISIS DE LOS DATOS DE VIENTO	11
3.1 ESTACION METEOROLOGICA RIO GALLEGOS	13
3.2 ESTACION METEOROLOGICA COMODORO RIVADAVIA	13
3.3 ESTACION METEOROLOGICA SAN JULIAN	15
3.4 ESTACION METEOROLOGICA PUERTO DESEADO	16
3.5 ESTACION METEOROLOGICA GOBERNADOR GREGORES	17
3.6 CONCLUSION DEL ANALISIS DE LOS DATOS DE VIENTO	18
4 DISPERSION ATMOSFERICA DE LA CENIZA EMITIDA POR EL VOLCAN HUDSON	18

4.1	ETAPA DE LA EMISION	21
4.2	ETAPA POSTERIOR A LA EMISION	24
5	CONCLUSIONES	31
6	REFERENCIAS	32
	LISTA DE TABLAS	34
	LISTA DE FIGURAS	37
	LISTA DE FOTOS	38
	LISTA DE MAPAS	39
	TABLAS	42
	FIGURAS	67
	FOTOS	80
	MAPAS	88

1. ANTECEDENTES

1.1 CONVOCATORIA

Las cenizas despedidas por la erupción del volcán Hudson han producido una amenaza de grave riesgo ecológico en la zona central de la provincia de Santa Cruz. En los lugares de depósito de esa ceniza se produjo un deterioro tal de la vegetación que llevó a la destrucción de los cultivos y a la muerte del ganado ovino, con el consiguiente riesgo que ello implica ya que este constituye una fuente primaria de recursos para la región. Además, esta ceniza produjo serios perjuicios a la salud de la población por su efecto nocivo para las vías respiratorias.

Pero los efectos perniciosos no se agotan allí ya que además afectaron al transporte al verse reducida la visibilidad por la voladura de la ceniza levantada por el fuerte viento imperante en la zona. También se vieron afectados los bienes, las máquinas y herramientas por el efecto corrosivo que ejercen las partículas de polvo.

Esta ceniza se moviliza por la acción del viento, pero además se incorpora al suelo por compactación y por la acción de la lluvia.

Resulta entonces indispensable estudiar el riesgo que a mediano y largo plazo pueda provocar todo ese material, como así también evaluar cuál es el tiempo que permanecerán esas cenizas en la región y cuál es la probabilidad de que ellas sean removidas.

En el mes de octubre de 1991 el Consejo Federal de Inversiones, a raíz de la preocupación planteada por la provincia de Santa Cruz por los serios inconvenientes que provocaban sobre las personas y los bienes las cenizas que se hallaban depositadas sobre amplias zonas de esa provincia, convocó al Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad de Buenos Aires para que realizara un estudio de dispersión atmosférica de las mismas.

Como consecuencia de esa convocatoria se aprobó un Convenio entre estas dos Instituciones, que fue finalmente ratificado por el Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires el 23 de setiembre de 1992. Si bien es esa la fecha formal de entrada en vigencia del convenio, se decidió

comenzar la búsqueda de antecedentes con anticipación a fin de no demorar el inicio de los estudios.

1.2 REUNIONES CON LOS TECNICOS RESPONSABLES POR PARTE DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ

En el mes de mayo de 1992 se realizó una visita a la ciudad de Río Gallegos en la que participaron el suscripto junto con el responsable de la supervisión de los estudios por parte del Consejo Federal de Inversiones, el Lic. Ruben Daffinoti.

Durante esta visita se tomó contacto con la Lic. María Elena Palacios, vicepresidente del Ente de Fomento Minero de Santa Cruz (Fomicruz) y el Lic. Carlos Baetti de la Universidad Federal de la Patagonia Austral (UFPA).

También se tomó contacto con tecnicos de la Estación Experimental Agrícola Santa Cruz del INTA, el Veterinario Guillermo Clifton, los Ingenieros Agrónomos Carlos Paz y Carlos Cheppi, el Geólogo Jorge Caballero y la Licenciada Amanda Manero.

Durante estas reuniones se planteó la necesidad de identificar un conjunto de puntos que pudieran ser considerados como representativos de zonas de diferentes características tales como tipo de cobertura vegetal, constitución física del suelo y/o tipo de explotación agropecuaria, con el objeto de poder determinar diferentes comportamientos. En estos puntos se debía realizar un relevamiento sistemático del manto de ceniza con una frecuencia, de ser posible, mensual con el fin de poder determinar, con la mayor objetividad posible, las variaciones a lo largo del tiempo de la distribución del manto de cenizas.

Posteriormente, en el mes de diciembre de 1992 se realizó otra visita a la ciudad de Río Gallegos por parte del suscripto pero acompañado en esta oportunidad por el responsable del seguimiento del Convenio suscripto entre la Provincia de Santa Cruz y el Consejo Federal de Inversiones, el Lic. Jorge Simini de esta última institución.

Durante esta segunda visita se tomó contacto con el Ing. Luis Barletta de la Gobernación de Santa Cruz, el Profesor Carlos Osvaldo Perez Rasetti, Rector Normalizador de la UFPA,

el Lic. Pedro Tiberi de la UFPA y con los tecnicos de la Estación Experimental Agrícola Santa Cruz del INTA, el Veterinario Guillermo Clifton, el Geólogo Jorge Caballero y la Licenciada Amanda Manero.

Durante esa segunda visita se nos informó que debido a diferentes dificultades, incluso logísticas, no se había podido llevar a cabo la selección de diversas clausuras y su posterior relevamiento sistemático, según se había indicado durante la primera visita a la ciudad de Río Gallegos en el mes de mayo de 1992.

1.3 OTROS CONTACTOS REALIZADOS

Durante la 17ava. Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, realizada en Buenos Aires en el mes de octubre de 1992 se tomó contacto con el Dr. Dante Figueroa de la Universidad de Concepción, Chile, quien se encontraba interesado en temas de dispersión atmosférica de ceniza volcánica, en particular la producida por la erupción del volcán Hudson.

También se tomó contacto con el Dr. Hugo Corbella, cuya especialidad es la vulcanología y que desde el momento de la erupción se encuentra trabajando en temas relativos al evento. El Dr. Corbella dictó en esa oportunidad una conferencia en la que brindó detalles acerca de la erupción del volcán Hudson.

1.4 ANTECEDENTES RELATIVOS A LA ERUPCION Y SUS CONSECUENCIAS

Durante la primera visita realizada a la ciudad de Río Gallegos, en mayo de 1992, se obtuvo un ejemplar de la revista Waxen Nro. 4, correspondiente al 15 de setiembre de 1991, que publica la Universidad Federal de la Patagonia Austral y en la cual se resume toda la información recopilada hasta ese momento y relacionada no sólo con los aspectos tecnicos sino también con las consecuencias sociales de la erupción. En esta revista se encuentra publicado un mapa isopáquico resultado del primer relevamiento realizado por los tecnicos de la provincia de Santa Cruz entre el 25 de agosto y el 1 de setiembre de 1991. Se obtuvo también copia de otros informes que se describen a continuación.

El Informe Vulcanológico Nro.1, producido por el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile en el mes de agosto de 1991. Este informe dá detalles basicamente geológicos de la erupción tales como la descripción de la caldera del volcán, composición y tamaño de las partículas eyectadas. Tambien dá algunos detalles acerca del depósito de cenizas en las inmediaciones del volcán, en territorio chileno.

El informe titulado Cenizas Eyectadas por el Volcán Hudson. producido por el Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur en el mes de octubre 1991, que presenta los resultados de los análisis físicos del material depositado y su composición química.

El Informe Provisorio Sobre el Monte Hudson, realizado por Carol Rubin y presentado al Ministerio de Salud y Acción Social, describe las consecuencias que produjo en el ganado ovino la ceniza depositada sobre diferentes zonas de la provincia de Santa Cruz. Tambien dá cuenta de los posibles efectos sobre la salud de la población y propone tareas de seguimiento y evaluación sobre estos aspectos.

Por último, se obtuvo copia de sendos informes producidos por la Universidad Federal de la Patagonia Austral en febrero de 1992 y titulados Intencionalidad Migratoria de las Poblaciones Afectadas por la Erupción del Volcán Hudson y sus Consecuencias Socio-Económicas. Estos informes preliminares describen los resultados de las encuestas realizadas entre los habitantes de las localidades de Puerto Deseado, Perito Moreno y Los Antiguos con el objeto de evaluar el impacto socio-económico producido como consecuencia de la erupción.

Durante la segunda visita realizada a la ciudad de Río Gallegos, en diciembre de 1992, se obtuvo una copia del Informe de la Comisión de Emergencia Volcánica producto del relevamiento realizado en el mes de abril de 1992 en la zona afectada por el deposito de la ceniza. Este informe contiene el segundo mapa isopáquico de la zona junto con el grado de cobertura de la ceniza y detalles de su incorporación al suelo.

Tambien se obtuvo la copia de un informe acerca de los efectos producidos en los canales de riego de las localidades de Los Antiguos y Gobernador Gregores por el depósito de

ceniza .

1.5 ANTECEDENTES SOBRE OTRAS ERUPCIONES VOLCANICAS

Por gentileza del Dr. Bernard Mendonca, del Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory (NOAA) de Boulder, Colorado, Estados Unidos, se obtuvo una lista completa de referencias sobre temas relativos a la dispersión atmosférica de cenizas volcánicas, lograda a través del Servicio de Información Bibliográfica Dialog.

1.6 RELEVAMIENTO DE LA INFORMACION METEOROLOGICA

1.6.1 DATOS HISTORICOS

La información meteorológica que se utiliza en este estudio, que incluye basicamente datos de dirección y velocidad del viento, precipitación, temperatura y humedad, corresponde a las estaciones meteorológicas sinópticas ubicadas en la provincia de Santa Cruz y sur de la provincia de Chubut. Se ha seleccionado un período mínimo de 10 años para poder realizar un estudio estadístico. El período más reciente disponible en el Banco de Datos del Departamento de Ciencias de la Atmósfera (UBA) es el correspondiente al decenio 1975-1984. Cabe destacar que un período de 10 años es suficiente para caracterizar los aspectos climatológicos de un lugar. Por otra parte, las fluctuaciones que pudieren producirse en períodos más largos que esos son tan pequeñas que la elección del decenio no más reciente, como en este caso, no introduce diferencia alguna.

Las estaciones meteorológicas seleccionadas son: Río Gallegos, Puerto Deseado, Puerto San Julián, Gobernador Gregores, Perito Moreno y Comodoro Rivadavia.

1.6.2 DATOS METEOROLOGICOS DURANTE Y CON POSTERIORIDAD A LA ERUPCION

Se solicitó y obtuvo por parte del Servicio Meteorológico Nacional los datos meteorológicos desde agosto de 1991, fecha de la erupción, hasta abril 1992 fecha en que se realizó el segundo relevamiento del depósito de ceniza,

del conjunto de estaciones mencionadas en el punto anterior.

Esta información debió ser transcripta de los archivos originales a planillas especiales, para luego ser digitalizada a fin de permitir su procesamiento numerico.

1.6.3 IMAGENES SATELITALES DURANTE Y CON POSTERIORIDAD A LA ERUPCION.

Se solicitó al Servicio Meteorológico Nacional copia de todas aquellas imágenes satelitales en las que se pudiera identificar la nube de ceniza volcánica, para los períodos comprendidos entre el 8 y 9 de agosto y del 12 al 15 de agosto de 1991. Asimismo se solicitó algunas imágenes posteriores en las que tambien fuera visible la ceniza volcánica levantada por acción del viento a los efectos de estudiar su utilidad en la evaluación de la dispersión atmosferica de ese material.

Toda la información solicitada fue obtenida, a excepción de las imágenes del período que vá del 8 al 9 de agosto de 1991.

2. DATOS DISPONIBLES

2.1 DATOS METEOROLOGICOS

En primer lugar se realizó un relevamiento de la información existente en el Banco de Datos del Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la UBA para determinar el grado de disponibilidad de esos datos.

Este relevamiento se focaliza en los datos de dirección e intensidad del viento que han sido medidos en las estaciones meteorológicas sinópticas de: Comodoro Rivadavia, Río Gallegos, San Julián, Perito Moreno, Gobernador Gregores y Puerto Deseado. A pesar de que las observaciones meteorológicas se realizan en forma horaria, sólo se encuentran digitalizados los datos correspondientes a las cuatro horas principales de observación que en nuestro país coinciden con la hora local 3, 9, 15 y 21. Como ya se mencionó antes, los datos que se utilizan corresponden a la década más reciente disponible en ese Banco de Datos, que va de 1975 a 1984. Una década es un lapso de tiempo suficiente para realizar un análisis climatológico.

Para ello se contó el número de datos disponibles para cada año, cada mes y cada hora, en cada una de las estaciones meteorológicas mencionadas.

El resultado de este relevamiento revela que la estación Comodoro Rivadavia se encuentra completa ya que falta únicamente una observación en toda la década.

Respecto a la estación Río Gallegos, faltan los datos correspondientes a la hora 3 de los meses de Abril, Mayo, Junio y Julio del año 1975. También faltan los datos correspondientes al mes de Agosto de 1979.

Respecto a la estación San Julián, faltan los datos correspondientes a la hora 3 para toda la década a excepción de los meses de Mayo de 1982 y de Junio de 1984. Para las demás horas, todos los años son completos a excepción de 1975 (en que falta el mes de Octubre) y 1978 (en que falta el mes de Noviembre).

Respecto a la estación Puerto Deseado, faltan los datos correspondientes a la hora 3, para toda la década. Los años incompletos para el resto de las horas son: 1979 (faltan los meses de Marzo y Julio), 1980 (falta el mes de Diciembre), 1981 (faltan los meses de Enero, Febrero y Mayo) y 1982 (faltan los meses de Febrero, Agosto, Septiembre y Octubre).

Respecto a la estación Gobernador Gregores, faltan los datos correspondientes a la hora 3 para toda la década, a excepción del mes de junio de 1982. Para las demás horas, los únicos años totalmente completos son 1975 y 1976. En el año 1977, faltan los datos correspondientes al mes de Febrero. En el año 1978, faltan los datos correspondientes a los meses de Septiembre y Octubre. El año 1979 no tiene datos. En el año 1980 faltan los datos de los meses que van de Enero a Agosto inclusive y también el mes de Diciembre. En el año 1981 faltan los datos correspondientes a los meses de Enero, Febrero y Marzo. En el año 1982 faltan los datos correspondientes a los meses de Febrero y Marzo. En el año 1983 faltan los datos de los meses de Febrero y Mayo. Finalmente, en el año 1984 faltan los datos correspondientes a los meses de Enero, Febrero, Marzo, Junio y Julio.

Respecto a la estación Perito Moreno, faltan completamente los años 1979, 1980, 1981 y 1982. Además, ninguno de los años restantes de la década está totalmente completo. En toda la década faltan también los datos

correspondientes a la hora 3. En cuanto a las demás horas, el año 1975 no dispone de los meses de Enero hasta Abril inclusive. En el año 1976 faltan los meses de Noviembre y Diciembre. El año 1977 cuenta únicamente con los datos de Diciembre, mientras que en el año 1978 se dispone sólo de los datos correspondientes a los meses de Enero, Marzo y Noviembre. En el año 1983 faltan los meses de Enero, Febrero y Noviembre. En el año 1984 faltan los datos correspondientes a los meses de Febrero, Abril, Mayo y Junio.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la disponibilidad de información de estas seis estaciones meteorológicas.

Estación	Meses faltantes	Años completos faltantes	Información disponible(%)	hora 3
San Julián	2	-	99	no
Pto. Deseado	10	-	92	no
Gob. Gregores	35	1979	70	no
Perito Moreno	81	1979 a 1982	33	no
Com. Rivadavia	-	-	100	si
Río Gallegos	1	-	99	si

Este relevamiento permite concluir que las estaciones meteorológicas de Comodoro Rivadavia, Río Gallegos, San Julián y Puerto Deseado cuentan con información suficientemente completa para la realización del estudio climatológico. La estación Gobernador Gregores es parcialmente completa ya que el porcentaje de información disponible es del 70 %. A pesar de ello puede ser utilizada en el análisis. La estación Perito Moreno no resulta apta para este análisis dado que el porcentaje de información disponible es de solamente 33 %.

Por otra parte, las estaciones San Julián, Puerto Deseado y Gobernador Gregores no cuentan con observaciones de la hora 3.

2.2 IMAGENES DE SATELITE

Los detalles que se describen a continuación se han compilado a partir de tres fuentes de información: la revista Waxen Nro. 4, el Informe Vulcanológico Nro. 1 del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile y la conferencia dictada por el Dr. Hugo Corbella durante la 17ava. Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, Buenos Aires, octubre 1992.

La erupción del Volcán Hudson se desarrolló en dos etapas bien definidas. La primera de ellas, entre los días 8 y 9 de agosto de 1991, consistió en un penacho que, se estima, alcanzó los 12000 metros de altura y que se desplazó hacia el noreste del volcán. Lamentablemente el Servicio Meteorológico Nacional no proveyó imágenes satelitales correspondientes a esta fecha. La revista Waxen muestra sin embargo una imagen con la sigla HRPT, que indica esa misma procedencia, correspondiente al canal infrarrojo del satélite NOAA-11 pero con fecha no visible y que se reproduce como Foto 1 en este informe. La revista Waxen la referencia como correspondiente a algún momento de esta primera erupción. En ella se puede observar un penacho que se extiende hacia el noreste del volcán atravesando la parte central de la provincia de Chubut. La posición del volcán Hudson en esta y todas las demás fotos que se comentan, se indica mediante un pequeño círculo negro que, lamentablemente, en algunos casos no es muy visible.

Esta primera erupción no produjo un impacto tan importante como la segunda, debido posiblemente a su menor duración y al menor volumen de partículas emitido. Además no hay mayores detalles disponibles acerca de esta primera erupción, debido quizás a lo sorpresivo del fenómeno.

La segunda erupción tuvo lugar a partir del mediodía del 12 de agosto de 1991 y se prolongó hasta el día 15 de agosto. Se estima que el penacho pudo alcanzar la baja estratósfera (unos 16000 metros). Esta segunda erupción se caracterizó por una mayor duración y un mayor volumen de material emitido. Así por ejemplo la Foto 2, que corresponde al canal visible de la pasada del NOAA-11 del 13 de agosto a las 19:22 UTC (16:22 hora local), y la Foto 3, que corresponde al canal infrarrojo de la pasada del NOAA-11 del 13 de agosto a las

19:06 UTC (16:06 hora local), muestran claramente al penacho que se extiende en dirección aproximada hacia el sudeste y atravesando toda la provincia de Santa Cruz. La imagen del canal visible (Foto 2) muestra una mancha de color gris oscuro, mientras que la imagen del canal infrarrojo (Foto 3) muestra la misma mancha pero blanca. Esta mancha blanca indica muy bajas temperaturas comparadas con su entorno, es decir que el penacho está allí muy frío y por lo tanto muy alto. En cambio la foto que corresponde al canal visible, muestra una imagen tal cual la vería el ojo humano. La coincidencia de formas de las manchas de ambos canales sugiere que el penacho, al menos su parte superior, se encontraba muy alto en toda su extensión. Es significa un gran transporte de material a grandes distancias.

Las Fotos 4 y 5 corresponden a la pasada del NOAA-11 del 14 de agosto a las 18:54 UTC (15:54 hora local). La Foto 4 muestra el canal infrarrojo y la Foto 5 muestra el canal visible. En la Foto 4 se observa nuevamente al penacho como una mancha blanca ya que esta foto corresponde al canal termico. La Foto 5 tambien muestra el penacho, pero ahora con una mayor extensión lateral especialmente en la zona del centro y este de la provincia de Santa Cruz. Esta foto, que corresponde al canal visible, sugiere que la parte del penacho más difundida lateralmente se encuentra posiblemente a menor altura y por lo tanto no tan fría. Esta última foto delimita más claramente la zona cubierta por el penacho, la que se extiende hacia el sudeste del volcán y atravesando casi en línea recta y en la misma dirección a toda la provincia de Santa Cruz. La disposición observada en las Fotos 2 y 5 indica que esta zona se vió afectada por el depósito de ceniza en forma continua y por espacio de más de 24 horas.

La Foto 6 corresponde al canal infrarrojo de la pasada del NOAA-11 del 15 de agosto a las 18:43 UTC (15:43 hora local). En ella se puede observar ahora sólo una pequeña mancha blanca de no más de 1 cm en la foto sobre el lago Buenos Aires, que contrasta marcadamente con la mancha observada en la Foto 3. Esto sugiere que ya el día 15 por la tarde la emisión era de mucha menor intensidad que en los dos días anteriores.

Las Fotos 7 y 8 corresponden a la pasada del NOAA-11 del

16 de agosto a las 20:13 UTC (17:13 hora local), y representan a los canales visible e infrarrojo, respectivamente. En ninguna de ellas se puede apreciar con claridad un penacho. De acuerdo con los otros informes ya comentados, el día 16 de agosto ya había cesado la emisión. La mancha difusa que se observa en la Foto 7 (canal visible) sobre la región centro-este de la provincia de Santa Cruz y centrada sobre el río Deseado bien puede tratarse de ceniza arrastrada por el viento y cerca del suelo. Todas las estaciones meteorológicas de la zona registran en sus observaciones de la tarde vientos del oeste entre 20 y 40 nudos, según la estación.

3. ANALISIS DE LOS DATOS DE VIENTO

Es importante, antes de entrar a estudiar en más detalle la dispersión atmosférica de las cenizas, realizar un estudio de tipo climatológico de los datos de viento de las estaciones meteorológicas que funcionan en la zona afectada por el depósito de ceniza. Para ello se han confeccionado tablas que muestran la distribución conjunta de la dirección y la velocidad del viento para toda la década y también de acuerdo a la estación del año y a la hora del día. Todo esto tiene por objeto conocer en detalle el comportamiento promedio del viento en la zona y su variación a lo largo de las estaciones del año y a lo largo del día. Esto permite comparar las diferencias y/o similitudes entre estaciones meteorológicas y el área alrededor de cada una de ellas dentro de la cual se pueden considerar sus datos como representativos, especialmente ante la necesidad de tener que realizar interpolación de valores entre distintos lugares.

Las Tablas 1.1 a 1.42 muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento según las 8 direcciones principales de la rosa de los vientos: norte, noreste, este, sudeste, sur, sudoeste, oeste y noroeste. Las direcciones indican desde donde proviene el viento y las velocidades están expresadas en nudos (1 nudo = 1.85 km/h). Estas tablas han sido confeccionadas en base a todas las observaciones realizadas en las horas principales de observación 3, 9, 15 y 21, hora local, en la década 1975-1984. Estas observaciones corresponden a las estaciones meteorológicas

de Río Gallegos, Comodoro Rivadavia, San Julián, Puerto Deseado y Gobernador Gregores. Estas estaciones son las que presentan los registros más completos en la región central y sur de la Patagonia. No se incluye la estación Perito Moreno ya que, como se discutió en el punto 2.1, está incompleta en un 66% del tiempo.

Los valores en cada uno de los casilleros de esas tablas representan la frecuencia relativa en porcentajes multiplicados por 10. Así por ejemplo, el número 25 de la primera columna y la sexta fila de la Tabla 1.1 significa que en el 2.5% de las observaciones realizadas el viento proviene del sector norte con una velocidad igual o mayor que 10 nudos pero menor que 13 nudos. Es decir que el límite inferior del intervalo de velocidad está incluido pero no así el límite superior. La columna SUMA, última de la derecha, representa la frecuencia de casos según la velocidad (independiente de la dirección del viento). La última fila SUMA, representa la frecuencia de casos según la dirección (independiente de la velocidad del viento).

Los resultados de las Tablas 1.1 a 1.42 se presentan también en forma gráfica en las Figuras 1.1 a 1.25, para facilitar una rápida interpretación e intercomparación.

Es curioso observar en la columna SUMA como, en casi todos los casos, aparecen uno o más máximos secundarios. En algunos casos, como en la estación Gobernador Gregores (Tabla 1.35), esto resulta muy evidente. No es este un comportamiento normal ya que la velocidad del viento generalmente presenta una distribución de frecuencias con un sólo máximo o, a lo sumo, con un máximo secundario pero significativamente menor que el máximo absoluto. Esto puede ser consecuencia de la natural tendencia del observador de registrar números aproximados. Dicho en otras palabras, valores de velocidad de 15 o 20 nudos resultan ser aproximaciones más "naturales" que valores de 13 o 17 o 19 nudos. La medición del viento no es automática sino que resulta de la apreciación que el observador realiza de la escala del instrumento. Este resultado se hace más evidente ya que se han elegido intervalos de velocidad pequeños, de tan sólo 3 ó 4 nudos.

3.1 ESTACION METEOROLOGICA RIO GALLEGOS

La Tabla 1.1 (Figura 1.1) muestra la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento para la estación meteorológica de Río Gallegos. Se observa que predominan los vientos del oeste, siendo los de mayor frecuencia aquellos cuya intensidad varía entre 10 y 13 nudos. Le siguen en importancia los vientos del sudoeste comprendidos entre los 19 y 23 nudos. En tercer lugar en orden de importancia se ubican las calmas.

Las Tablas 1.2 a 1.5 (Figuras 1.2 a 1.5) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento para las estaciones de primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. En todas las estaciones del año predominan los vientos del oeste. Durante la primavera y el verano le siguen en importancia los vientos del sudoeste y en tercer lugar se ubican las calmas. Durante el otoño e invierno a los vientos del oeste le siguen en importancia las calmas y recién en tercer lugar se ubican los vientos del sudoeste.

Se puede concluir que durante todo el año dominan los vientos del sector oeste y sudoeste con una frecuencia relativa conjunta que oscila entre el 48% y el 55%. Las calmas son mínimas en verano (10%) y máximas en otoño cuya frecuencia, del 19% duplica la del verano.

Las Tablas 1.6 a 1.9 (Figura 1.1) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento correspondiente a las horas 3, 9, 15 y 21 respectivamente. A lo largo de todo el día dominan los vientos del oeste y sudoeste. Hacia las 21 crecen las frecuencias del norte y del sur, aunque no en forma significativa. Las calmas oscilan entre un 9% a la hora 15 y un 20% a la hora 3.

Como conclusión para la estación Río Gallegos se puede decir que los vientos del oeste y sudoeste tienen una frecuencia conjunta que supera el 50% y que las calmas nunca superan el 20% de los casos. La velocidad media del viento es 28 km/h.

3.2 ESTACION METEOROLOGICA COMODORO RIVADAVIA

La Tabla 1.10 (Figura 1.6) muestra la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento para la estación

meteorológica de Comodoro Rivadavia. Se observa que predominan ampliamente los vientos del oeste, con una frecuencia relativa de casi 50%, siendo los más frecuentes aquellos comprendidos entre 10 y 13 nudos. Le siguen en importancia las calmas y luego los vientos del noroeste, aunque con una frecuencia relativa significativamente menor.

Las Tablas 1.11 a 1.14 (Figuras 1.7 a 1.10) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento para la primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. En todas ellas se observa un marcado predominio de los vientos del oeste. No se observa prácticamente ningún cambio significativo a lo largo del año respecto a este comportamiento.

Las calmas varían entre un mínimo de 12% en el verano y un máximo de 21% en el otoño. La velocidad promedio del viento es de 27 km/h.

Las Tablas 1.15 a 1.18 (Figura 1.6) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento correspondiente a las horas 3, 9, 15 y 21 respectivamente. La frecuencia de los vientos oeste es máxima en todas estas horas pero se reduce hacia las 15 y vuelve a crecer hacia las 21. Las calmas varían en forma similar, entre un máximo de 23% a las 21 y un mínimo de 5% a las 15.

Resulta interesante estudiar la evolución del ciclo diario del viento a lo largo de las estaciones del año. Así, el mayor contraste con respecto a la situación promedio se observa durante el verano y a la hora 15, cuando la frecuencia de vientos del este es significativamente alta y casi comparable a la de los vientos oeste. La Tabla 1.17 muestra como los vientos del este tienen su máximo de velocidad entre los 10 y 13 nudos, mientras que los vientos del oeste lo tienen entre 27 y 31 nudos. Estos vientos del este en verano, casi totalmente ausentes durante el invierno, son una manifestación de la influencia de la brisa de mar que se desarrolla en forma particularmente intensa durante el verano por el gran contraste termico entre la tierra y el mar debido a que la radicación solar es máxima.

Esta influencia de la brisa de mar, que es un efecto totalmente local ya que se manifiesta hasta unos pocos kilómetros desde la costa, sugiere que cualquier extrapolación de datos que se realice hacia el interior del

continente a partir de los datos de Comodoro Rivadavia, deberá hacerse con cuidado. Por ejemplo, cualquier extrapolación será más válida durante el invierno que durante el verano, ya que en esta última estación los datos están más afectados por efectos locales.

Como conclusión se puede afirmar que existen influencias locales en los datos de viento de Comodoro Rivadavia.

3.3 ESTACION METEOROLOGICA SAN JULIAN

La Tabla 1.19 (Figura 1.11) muestra la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento correspondiente a la estación meteorológica de San Julián. Al igual que en estaciones meteorológicas de Río Gallegos y Comodoro Rivadavia, se observa que predominan los vientos del oeste con una velocidad comprendida entre 10 y 13 nudos, seguidos en importancia por los vientos del sudoeste. El tercer lugar lo ocupan los vientos del noreste aunque seguidos muy de cerca por los vientos del noroeste, norte y sur. Las calmas se ubican también con una frecuencia relativa similar a estas tres anteriores.

Las velocidades medias se ubican también entre los 10 y 13 nudos. La frecuencia de vientos calma, de 9% es menor que en las dos estaciones meteorológicas analizadas arriba.

Las Tablas 1.20 a 1.23 (Figuras 1.12 a 1.15) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento correspondiente a la primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. Se observa que, al igual que en los casos anteriores, dominan los vientos del oeste a lo largo de todo el año. En particular durante el invierno (Tabla 1.23), las frecuencias conjuntas de vientos del oeste y del sudoeste totalizan casi un 60% del total. Durante el verano se observa una frecuencia relativa de vientos del noreste del 18%, que resulta significativamente más alta que en las otras estaciones del año. En contraste con esto, durante el invierno, los casos de viento del noreste son casi inexistentes.

Las Tablas 1.24 a 1.26 (Figura 1.11) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento correspondiente a las horas 9, 15 y 21 respectivamente. En esta estación meteorológica no existen datos disponibles de

la hora 3.

Tanto a la hora 9 como a la hora 15 predominan los vientos del oeste y le siguen en importancia los vientos del sudoeste. A la hora 21, si bien dominan los vientos del oeste, aparecen en segundo lugar los vientos del noreste.

Resulta nuevamente interesante estudiar la variación diurna del viento pero de acuerdo a la estación del año. Por ejemplo durante el verano (Figura 1.13) se reducen significativamente las frecuencias del oeste y aumentan las del noreste, especialmente a las 15 y las 21, las que totalizan casi el 30% de los casos. En contraste, durante el invierno, estas frecuencias del noreste están totalmente ausentes. Esto revela nuevamente la presencia de efectos locales, por acción de la brisa de mar.

Este efecto local reduce la frecuencia de calmas que en el promedio anual es del 9%. la velocidad media del viento es de 30 km/h.

3.4 ESTACION METEOROLOGICA PUERTO DESEADO

La Tabla 1.27 (Figura 1.16) muestra la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento correspondiente a la estación meteorológica de Puerto Deseado. Se observa que nuevamente predominan los vientos del oeste y le siguen en importancia tanto las calmas como los vientos del norte. La frecuencia de calmas totaliza un 15% al igual que las estaciones Río Gallegos y Comodoro Rivadavia.

Las Tablas 1.28 a 1.31 (Figuras 1.17 a 1.20) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento para la primavera, verano, otoño e invierno respectivamente. Al igual que en los casos anteriores los vientos dominantes a lo largo de todo el año son los del oeste, especialmente durante el invierno. Sin embargo, en las otras estaciones del año los vientos tanto del norte, del sur como del este tienen frecuencias de ocurrencia importantes.

Las Tablas 1.32 a 1.34 (Figura 1.16), muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad correspondiente a las horas 9, 15 y 21 respectivamente. Al igual que la estación San Julián, en esta estación tampoco existen datos disponibles para la hora 3. Se observa la presencia de un ciclo diario en el cual el viento del oeste,

que es máximo a las 9, reduce su presencia hacia la tarde y a las 21 pasa a ocupar el segundo lugar en importancia con una frecuencia relativa del 17%, al igual que las calmas, frente a los vientos del norte cuya frecuencia relativa es del 20%. Este ciclo diario se hace más notorio hacia el verano cuando, a la hora 15, la frecuencia de los vientos oeste ocupan el quinto lugar en importancia (Figura 1.18) después de los del norte, sur, este y noreste, respectivamente. Este comportamiento contrasta con el que se observa durante el invierno a la misma hora. Esta evidencia permite afirmar nuevamente la presencia de la influencia local de la brisa de mar.

La velocidad promedio del viento es de 28 km/h.

3.5 ESTACION METEOROLOGICA GOBERNADOR GREGORES

La Tabla 1.35 (Figura 1.21) muestra la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento para la estación meteorológica de Gobernador Gregores. Se observa que predominan ampliamente los vientos del oeste con una intensidad comprendida entre los 27 y 31 nudos. Como ya se comentó al comienzo de esta sección, resulta curiosa la distribución de las frecuencias de velocidades que presenta dos mínimos relativos tan importantes para intensidades comprendidas entre 6 y 8 nudos y entre 31 y 35 nudos. Esto sugiere un redondeo por parte del observador hacia cantidades que sean múltiplos de 5 ó 10 nudos, al momento de registrar su observación. Le siguen en importancia las calmas, con una frecuencia relativa considerablemente alta (casi 28%), y luego los vientos del noroeste con su máximo también comprendido entre los 27 y 31 nudos.

Las Tablas 1.36 a 1.39 (Figuras 1.22 a 1.25) muestran la distribución conjunta de dirección y velocidad del viento correspondiente a la primavera, verano, otoño e invierno, respectivamente. A lo largo de todo el año se observa que predominan ampliamente los vientos del oeste, seguidos por los del noroeste, que crecen relativamente hacia el otoño e invierno. Las calmas son máximas en el otoño (32%) y mínimas en la primavera (22%).

Las Tablas 1.40 a 1.42 (Figura 1.21) corresponden a las observaciones de las horas 9, 15 y 21 respectivamente. Esta

estación tampoco cuenta con datos disponibles a la hora 3. En este caso no se observa un ciclo diario, como en las otras estaciones meteorológicas, ya que las frecuencias del oeste y noroeste siempre totalizan el 50% o más de los casos. Las calmas son significativamente altas a lo largo del día y a la hora 21 totalizan el 38% de los casos. Este comportamiento diario se observa a lo largo de todo el año. Los vientos de sudoeste, oeste y noroeste siempre totalizan más del 60%. La frecuencia de vientos calma es siempre alta y durante el otoño e invierno, a la hora 21, superan el 40%.

La velocidad media del viento es de 31 km/h.

3.6 CONCLUSION DEL ANALISIS DE LOS DATOS DE VIENTO

La conclusión más importante que es necesario destacar surge de la intercomparación de los datos entre las distintas estaciones meteorológicas. Se pudo observar en todas las estaciones ubicadas sobre la costa, a excepción de Río Gallegos, la presencia de efectos locales inducidos por la brisa de mar y tierra. Como ya se explicó, se trata de un efecto puramente local que puede extenderse hasta una o dos decenas de kilómetros de la costa. Este efecto es particularmente importante durante el verano y a la media tarde, mientras que durante el invierno está ausente. Este efecto local puede restar representatividad a los datos de estas estaciones meteorológicas en la eventualidad de realizar interpolación de valores.

En consecuencia se debe considerar a las dos estaciones meteorológicas del interior de la provincia, Perito Moreno y Gobernador Gregores, como más representativas para la zona afectada.

4. DISPERSION ATMOSFERICA DE LA CENIZA EMITIDA POR EL VOLCAN HUDSON

Desde el punto de vista meteorológico se puede considerar a este como un caso típico de dispersión atmosférica de material particulado. La dispersión de sustancias en la atmósfera depende de tres aspectos básicos que son:

- 1) las características de la fuente emisora,
- 2) la situación meteorológica, y
- 3) los detalles físicos de la superficie terrestre sobre la cual
se desplaza el material emitido.

La situación meteorológica queda determinada por un conjunto de variables entre las que es fundamental la dirección y la velocidad del viento.

Tradicionalmente, todas las metodologías de estudio de la dispersión atmosférica se han orientado a la solución de los problemas planteados por la dispersión de sustancias gaseosas, ya que constituyen los efluentes más comunes. En este aspecto mucho se ha hecho y existen metodologías de probada eficacia en todo el mundo. En el caso particular de nuestro país, el autor las ha desarrollado y aplicado al estudio del impacto radiosanitario de instalaciones nucleares argentinas cuando actuó, durante 5 años, como asesor de la Comisión Nacional de Energía Atómica (por ejemplo Berri, 1981; Berri, 1983; Berri y Robbio, 1986a y Berri y Robbio, 1986b).

Pero la dispersión de material particulado es diferente y ello responde a 3 motivos fundamentales. Primero, porque se trata de un problema mucho menos frecuente que el de la dispersión de sustancias gaseosas y por ello ha sido menos estudiado. Segundo, porque la emisión es totalmente dependiente del viento, lo que le otorga un carácter mucho más variable que complica su estudio. Tercero, porque el proceso de dispersión es mucho menos aleatorio ya que no participan los mecanismos de agitación molecular y las conocidas teorías de la mezcla turbulenta tienen menos incidencia.

Estas dos últimas razones impiden una simple extrapolación de los métodos tradicionales empleados en el estudio de la dispersión atmosférica, como ser los de la pluma gaussiana.

En general, son pocos los antecedentes sobre la dispersión de material particulado y en nuestro país no hay una metodología que pueda ser aplicada en forma inmediata.

La búsqueda bibliográfica realizada permitió hallar

diversos trabajos relacionados con la dispersión atmosférica de ceniza volcánica. Todos ellos tratan al problema durante la primera fase, es decir durante la emisión. Algunos estudian la dispersión de la ceniza y su deposición sobre el terreno a partir de detalles de la erupción y observaciones del penacho. Otros tratan de reconstruir los detalles de la erupción a partir de los depósitos de ceniza observados sobre el terreno. El caso de la erupción del Monte Santa Helena en el Estado de Washington, Estados Unidos en 1980, es el más documentado y dió lugar a varios trabajos entre los que se pueden destacar los de Danielsen (1981), Crabtree y Kitchen (1984), Armienti et al. (1988) y Glaze (1988). La erupción del Monte Hekla (Islandia) en 1947 fue estudiado por Knox y Short (1963). La múltiple actividad eruptiva del Monte Sakurajima (Japón) fue estudiada por Hirano et al. (1988). Incluso la erupción del Monte Vesubio en el año 79 de nuestra era ha sido motivo de estudio por Macedonio et al. (1988). Un reciente simposio sobre Polvo Volcánico y Seguridad en la Aviación, realizado en Seattle, Washington, Estados Unidos, en julio de 1991, contiene numerosos trabajos y entre ellos algunos que estudian los efectos del polvo sobre la operación de aeronaves y describen modelos de dispersión atmosférica de ceniza. Pero todos estos trabajos tratan al problema durante la erupción. No se ha encontrado en la búsqueda bibliográfica del sistema Dialog trabajos que estudien el problema de la dispersión de la ceniza a partir de sus depósitos naturales sobre el terreno.

Por lo tanto, lo único que cabe es la adaptación a los fines de este estudio, de metodologías de dispersión atmosférica en escala regional desarrolladas con otros fines. De todos modos es importante destacar que este estudio tiende a obtener una evaluación global de la dispersión atmosférica de la ceniza volcánica y no de la evolución que sobrellevará cada medano en particular ya que para ello sería necesario disponer de información meteorológica detallada (varios puntos de observación), en un entorno de pocos kilómetros alrededor de cada uno de ellos.

Considerando la multiplicidad de medanos y zonas de máximo depósito de ceniza, la magnitud del equipamiento meteorológico necesario implicaría un presupuesto fuera de toda lógica si no se realiza primero un estudio general

orientado a entender los aspectos más globales del problema. Es justamente a ese último aspecto al que apunta este estudio.

Las características de la emisión del volcán Hudson cuyas cenizas alcanzaron alturas de más de 10 kilómetros y, al depositarse luego sobre la superficie terrestre, cubrieron en forma heterogenea extensas zonas de la región central de la provincia de Santa Cruz, exigen el empleo de modelos de dispersión atmosférica no convencionales. Por ello es conveniente dividir al estudio de dispersión de estas cenizas en 2 etapas.

La primera etapa incluye la erupción y la posterior deposición del material emitido sobre la superficie terrestre. Esta etapa se desarrolló en dos episodios, el primero de ellos tuvo lugar entre el 8 y 9 de agosto y el segundo entre el 12 y el 15 de agosto de 1991 respectivamente.

Una vez depositada la ceniza sobre el terreno comienza la segunda etapa en la que esta es levantada del suelo por la acción del viento y transportada, en algunos casos, hasta varios centenares de kilómetros de su lugar de origen.

4.1 ETAPA DE LA EMISION

En la primera etapa, y con el fin de poder determinar el movimiento seguido por el material emitido por el volcán, se emplea un modelo numerico de pronóstico en escala regional desarrollado en el Departamento de Meteorología de la Universidad de Utah, Estados Unidos (Paegle y Mc.Lawhorn, 1983). Este modelo representa a la atmósfera mediante una red tridimensional de puntos en los que resuelve el conjunto de ecuaciones que gobiernan el movimiento atmosférico y es capaz así de pronosticar el viento, instante a instante, desde la superficie terrestre hasta la baja estratósfera. Se trata de un modelo hidrostático e incompresible cuyo tope superior puede ser colocado a una altura arbitraria.

Estos pronósticos se utilizan luego para la determinación de las trayectorias que han de seguir parcelas de aire, mezcladas con cenizas y ubicadas a diferentes alturas sobre el terreno. Una integración de esas trayectorias iniciadas a distintas alturas debe dar una

razonable estimación del desplazamiento de la nube volcánica.

El primer paso consistió en la adaptación del modelo de pronóstico a la región central y austral de la patagonia. La red de puntos en la horizontal consta de 17 puntos en la dirección oeste-este y 17 en la dirección sur-norte. Los límites oriental y occidental fueron ubicados en $62^{\circ}0$ y $78^{\circ}0$ respectivamente, mientras que los límites norte y sur se encuentran en $38^{\circ}S$ y $54^{\circ}S$. De esta forma, la resolución horizontal es de 1° de latitud y longitud. Esto representa, en la dirección oeste-este, una distancia entre los puntos del retículo que varía de 88 kilómetros en el límite norte del dominio y 66 kilómetros en el límite sur. En la dirección sur-norte esta distancia es de 111 kilómetros. El tope del modelo fue ubicado a 11000 metros de altura sobre la superficie terrestre y los niveles en los que se realizan los pronósticos, expresados en metros de altura sobre el terreno, son los siguientes: superficie, 1, 10, 100, 300, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000 y 11000.

Para realizar un pronóstico el modelo necesita contar con los valores iniciales de las alturas geopotenciales, las componentes horizontales del viento, la temperatura y la humedad relativa. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) proporcionó sus análisis de las 12 UTC (9 hora local), correspondientes a las alturas geopotenciales de los niveles standard de 1000, 850, 700, 500, 300 y 200 hectopascales para los días en que se produjo la erupción del volcán, con excepción de los datos pertenecientes al día 9 de agosto por no encontrarse estos disponibles.

El SMN utiliza en sus análisis una red de puntos rectangular que no coincide con los puntos empleados por el modelo, los que se ubican a lo largo de paralelos y meridianos. Por esta razón, fue necesario determinar las coordenadas geográficas de los puntos del retículo utilizados por el SMN. Una vez hecho esto, se procedió a interpolar los valores de geopotencial así obtenidos a la red de puntos utilizada por el modelo.

El campo de movimiento fue obtenido a partir de los valores de geopotencial, asumiendo, en el estado inicial, la existencia de un equilibrio geostrófico. De esta manera se generaron las componentes oeste-este y sur-norte del viento

en cada punto del retículo del modelo y en cada uno de los niveles standard mencionados. La temperatura y la humedad relativa fueron interpoladas a los puntos del retículo a partir de los datos de los radiosondeos disponibles en el SMN. Estos son Comandante Espora, Neuquen, Comodoro Rivadavia, Puerto Montt y Punta Arenas. No se realizaron pronósticos de los días 12 y 15 de agosto de 1991, dado que no se disponía de datos de radiosondeo de ninguna de esas estaciones para esas fechas. El pronóstico del día 11 de agosto se realizó sin los datos de Punta Arenas. La topografía utilizada fue obtenida a partir de una base de datos en donde se contaba con un cota cada 0.45° , la que fue interpolada a la resolución de 1° con la que opera el modelo.

En cada uno de esos pronósticos se calculó la trayectoria de parcelas de aire. El conjunto de Mapas 1 a 20 muestran, mediante una sucesión de segmentos, las trayectorias seguidas por supuestas parcelas de aire con origen en distintos puntos del dominio de interacción y a distintas alturas sobre el terreno. Así por ejemplo, el punto ubicado en el centro de la patagonia e identificado con un pequeño círculo indica el lugar de origen de la trayectoria. Esta trayectoria se ha seleccionado en particular ya que es la más próxima al volcán y a la zona más afectada por el depósito de ceniza. Esta trayectoria queda definida por una sucesión de segmentos cuyos puntos finales se indican mediante el extremo de una flecha y cuya orientación representa el sentido de desplazamiento. Cada segmento representa el camino recorrido en 3 horas. También se han graficado, como referencia, las trayectorias que parten de puntos que se encuentran ubicados a distancias aproximadamente equidistantes y hacia los 8 puntos cardinales respecto del punto de referencia en el centro de la patagonia. Todas estas trayectorias son el resultado de un pronóstico a 24 horas iniciado a las 12 UTC (9 de la mañana) del día indicado en cada mapa y con una altura inicial también indicada en cada mapa. Las alturas de origen de las trayectorias que se han graficado corresponden a 500, 2000, 4000, 6000 y 8000 metros sobre el terreno.

Los Mapas 1 a 5 corresponden al día 8 de agosto de 1991. Se puede apreciar que todas las trayectorias, excepto la iniciada a 500 durante las primeras horas, tienen una

definida orientación hacia el noreste. Esto coincide con lo observado durante la primera erupción que se inició por la tarde del día 8 de agosto y cuyo penacho se desplazó hacia el noreste, como lo muestra la Foto 1. Los Mapas 6 a 10 muestran una secuencia similar de trayectorias iniciadas a las 9 de la mañana del día 9 de agosto. Estas muestran una orientación más variable con la altura. La que parte a 500 metros se orienta hacia el este, pero a medida que se asciende, las trayectorias se orientan hacia el noreste. Esto podría implicar una mayor dispersión lateral del material emitido. Dado que no hay mayores detalles acerca de esta primera erupción no es posible concluir si su menor impacto se debe a esta mayor dispersión lateral o a la naturaleza de la emisión en cuanto a volumen emitido, duración, etc.

Respecto a la segunda erupción, que tuvo lugar entre el 12 y el 15 de agosto, sólo se dispone de pronósticos para los días 13 y 14 de agosto. Los Mapas 11 a 15 muestran las trayectorias iniciadas a las 9 de la mañana del día 13 de agosto. Los Mapas 16 a 20 muestran las trayectorias iniciadas a las 9 de la mañana del día 14 de agosto. Ambos pronósticos cubren gran parte de la segunda erupción. Estas dos secuencias muestran a las trayectorias iniciadas en todos los niveles con una definida orientación hacia el este y el este-sudeste, sin excepción. Además, sólo 2 o 3 segmentos entran dentro del dominio lo que significa un transporte muy efectivo que cubre una gran distancia en un corto tiempo debido a los fuertes vientos dominantes durante la segunda erupción. Esta secuencia de trayectorias coincide con lo observado en las imágenes de satélite de las Fotos 2 a 5. Esta constancia en la orientación de las trayectorias coincide con las otras observaciones que dan a la parte norte de la provincia de Santa Cruz como la más afectada ya que se vió expuesta en forma continua y por espacio de más de 24 horas al depósito de ceniza desde un penacho alineado según un eje casi estacionario.

4.2 ETAPA POSTERIOR A LA EMISION

El Mapa 21 muestra el resultado del relevamiento del depósito de ceniza realizado por los tecnicos de la provincia de Santa Cruz entre el 25 de agosto y el 1 de setiembre de

1991. Este mapa aparece publicado en la revista Waxen Nro. 4, editada por la Universidad Federal de la Patagonia Austral. Este mapa isopáquico muestra isolíneas de igual espesor de ceniza depositada sobre el terreno, con valores expresados en centímetros. Los puntos negros sobre los caminos representan los lugares en donde se efectuó el relevamiento. En la revista Waxen no se aclara como se obtuvieron los resultados desplegados dentro el territorio chileno y al oeste de la localidad de Los Antiguos. Se puede observar que la densidad de puntos de relevamiento no es la misma en toda la zona afectada. Por lo tanto en estas zonas sin relevamiento, el trazado de las isolíneas ha debido ser resuelto por interpolación de valores. Aunque no se aclara en esa fuente de información, se supone que quienes han confeccionado este mapa han debido utilizar alguna otra información. Es probable que esa información haya sido aportada por las imágenes satelitales que durante el momento pico de la segunda erupción, ya descripto en el Punto 2.2 de este informe, muestran claramente al penacho en toda su extensión atravesando a la provincia de Santa Cruz desde el noroeste hacia el sudeste. Estas imágenes satelitales brindan información muy clara acerca de la disposición del penacho. No sólo argumentos científicos sino el sentido común también, indican que el mayor depósito de cenizas debió ocurrir a lo largo del eje del penacho. Este argumento se ve reforzado por el hecho de que por espacio de por lo menos 24 horas, secuencia de Fotos 2 y 4, el penacho estuvo orientado en la misma dirección debido a los fuertes vientos del noroeste que se extendían a través de toda la tropósfera. Esta observación también coincide con las predicciones del modelo numerico descripto más arriba.

El Mapa 22 muestra el resultado del relevamiento del depósito de ceniza realizado en el mes de abril de 1992 por los tecnicos de la provincia de Santa Cruz. Nuevamente se presenta un mapa con isolíneas, que expresadas en centímetros, representan el espesor del depósito de cenizas. Pero esta vez se aclara en el título del mapa que se trata de espesor de depósitos de ceniza a sotavento de la vegetación. Este tema se verificó en particular durante la segunda visita a la ciudad de Río Gallegos. Los resultados de este segundo relevamiento se focalizaron en el depósito de ceniza a

sotavento de la vegetación que es donde se produce la mayor acumulación por efectos aerodinámicos. También contribuyó el hecho que la evaluación integral, o promedio, de la cobertura de ceniza en los puntos de relevamiento se vió más dificultada durante el segundo relevamiento ya que, después de sufrir la acción del viento y de la lluvia por espacio de 8 meses, la ceniza había sido en parte redistribuída más heterogeneamente y en parte incorporada al suelo. Por este motivo se entiende que este segundo relevamiento se haya focalizado a sotavento de la vegetación, simplemente porque allí es donde se podía apreciar la presencia de la ceniza.

A los efectos de poder comparar los resultados de ambos relevamientos se confeccionó los Mapas 23 y 24. En estos mapas, como en el siguiente, se muestra como referencia geográfica la ubicación de esas localidades en las que funcionan las estaciones meteorológicas cuya información se utiliza en este estudio. Estas localidades son Comodoro Rivadavia (CR), Puerto Deseado (PD), Perito Moreno (PM), Gobernador Gregores (GG) y San Julián (SJ). Entre parentesis se indican las iniciales que identifican esos puntos en el mapa. El Mapa 23 se copió del Mapa 21, que corresponde al primer relevamiento en agosto de 1991, y en el se calcaron las isolíneas de valor 1, 5 10, 15 y 20 centímetros de espesor. En el Mapa 24 se calcaron las isolíneas de esos mismos valores a partir ahora del Mapa 22 que corresponde al segundo relevamiento realizado en el mes de abril de 1992.

A fin de poder deducir el efecto del transporte por acción del viento entre ambos relevamientos se realizó una estadística de aquellas observaciones de viento en las que la velocidad superaba un determinado umbral. La determinación de este umbral tiene que ver con la capacidad del viento para levantar la ceniza del suelo y poder así transportarla. No existe un valor definido sobre el cual la comunidad científica tenga consenso, pero en general se acepta que este debe superar los 20 nudos o 36 km/h. A continuación se muestra la frecuencia relativa, por dirección del viento, de aquellos casos en que la velocidad supera el umbral de 20 nudos (36 km/h) y 30 nudos (54 km/h), respectivamente, durante el período comprendido entre el 8 de agosto de 1991 y el 30 de abril de 1992:

dirección	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	%
-----------	---	----	---	----	---	----	---	----	---

casos

Estación Gobernador Gregores

vel.> 30nudos	0	1.6	0	0	1.6	14.1	73.4	9.4	15.3
vel.> 20nudos	0	2.8	0	0.7	9.9	12.7	69.0	4.9	34.1

Estación San Julián

vel.> 30nudos	14.0	0	0	0	16.3	0	62.8	7.0	9.0
vel.> 20nudos	9.8	6.0	3.3	0	18.5	7.6	51.1	3.8	38.7

Estación Comodoro Rivadavia

vel.> 30nudos	0	0	0	0	0	0	100.0	0	2.9
vel.> 20nudos	1.0	0	0	0	4.2	0	93.8	1.0	20.2

Estación Puerto Deseado

vel.> 30nudos	27.7	8.4	0	0	12.0	7.2	27.7	16.9	15.3
vel.> 20nudos	19.8	6.8	2.1	3.1	14.1	8.3	30.7	15.1	35.5

Estación Perito Moreno

vel.> 30nudos	1.3	1.3	1.3	1.3	2.6	0	85.9	6.4	18.1
vel.> 20nudos	1.3	0.8	1.3	0.8	0.8	0.8	84.8	9.3	54.9

Los valores, expresados en porcentaje, representan la frecuencia relativa para cada dirección del viento. La suma para las 8 direcciones siempre totaliza el 100% ya que la idea es mostrar como se reparten de acuerdo a la dirección del viento aquellos casos en que la velocidad supera un determinado umbral. La última columna, con el título "% de casos", expresa cuál es el porcentaje de casos, respecto del total de observaciones disponibles en ese período, en que la velocidad del viento ha superado el umbral especificado. Por ejemplo, la primera línea de valores para la estación Gobernador Gregores representa los casos en que la velocidad superó los 30 nudos (54 km/h) y el valor en la última columna dice que ello ocurrió en el 15.3% de las observaciones disponibles. El resto de los valores en porcentajes dice como se distribuyó ese total de casos según la dirección desde donde provenía el viento. Así, el valor 73.4 debajo de la columna O (oeste) significa que del total de casos en que la velocidad superó los 30 nudos, en el 73.4% de ellos el viento provenía del oeste, y en consecuencia, produciría un

transporte de ceniza hacia el este.

A fin de facilitar una rápida interpretación de estos resultados, se confeccionó el Mapa 25, en la misma escala y sobre la misma plantilla que los mapas anteriores. En este mapa se representa, mediante una flecha, la dirección y el sentido del transporte por acción del viento (en sentido opuesto a aquel desde donde proviene el viento) y con una longitud proporcional a la frecuencia relativa de casos de viento proveniente desde ese sector. La escala es tal que la flecha en la estación Comodoro Rivadavia equivale a 100%. El caso graficado en este Mapa 25 corresponde al umbral de 30 nudos. Es importante interpretar en este mapa no tanto las magnitudes absolutas de las flechas, sino sus magnitudes relativas, que son directamente proporcionales a la probabilidad de que las cenizas sean transportadas en las direcciones indicadas.

Se puede apreciar que la dirección del transporte es sin lugar a dudas hacia el este siendo esta probabilidad mayor en el interior de la provincia. En este mapa se graficó el umbral de 30 nudos, pero si se observa la tabla anterior se puede apreciar que en el caso del umbral de 20 nudos los resultados son casi exactamente los mismos, especialmente en las estaciones de Perito Moreno y Gobernador Gregores. La información de estas estaciones es la más importante, no sólo porque se encuentran más cerca de la zona afectada, sino porque son las más representativas en la zona. Ya se mostró en el Punto 3 de este informe que las estaciones meteorológicas de la costa muestran la influencia de efectos locales. Así que en la eventualidad de tener que interpolar datos en aquellas zonas del centro-este de la provincia de Santa Cruz usando todas las estaciones disponibles, las estaciones meteorológicas de Perito Moreno y Gobernador Gregores deberán tener más peso relativo. En otras palabras, las características del viento en la región central de la provincia quedan mejor representadas por los datos de estas dos últimas.

Teniendo en cuenta estos argumentos no es posible explicar los valores máximos de espesor observados al sur de Perito Moreno y al norte de Gobernador Gregores en el Mapa 24 (relevamiento de abril 1992), como consecuencia del transporte por acción del viento a partir de la distribución de

espesores mostrado en el Mapa 23 (relevamiento de agosto 1991). El mayor transporte tiene que coincidir necesariamente con la dirección de los vientos más fuertes. Esto es particularmente válido, y sin margen de dudas, en el caso del transporte de material particulado que se halla depositado en el terreno. Es necesaria primero la acción de fuertes vientos que levanten ese material desde el suelo, para que luego pueda ser transportado. Es decir que la acción de vientos fuertes es una condición previa necesaria para el transporte, mientras que el efecto de los vientos más débiles, aún en forma acumulativa, puede ser totalmente despreciado. Como se ve en el Mapa 23, no existe una acumulación importante de material entre las localidades de Perito Moreno y Gobernador Gregores que haya podido dar lugar, a través de un transporte en más de un 80% del tiempo hacia el este, a la aparición de un máximo tan importante como el observado en el Mapa 24 justo al norte de Gobernador Gregores.

En cuanto al máximo que aparece inmediatamente al sudoeste de Perito Moreno en el Mapa 24, tampoco se encuentra una explicación lógica en términos de las direcciones de transporte prevalentes. Por ejemplo, la máxima acumulación de cenizas observada al oeste de Perito Moreno y en territorio chileno difícilmente pueda ser la fuente de ese material ya que se encuentran de por medio la Cordillera de los Andes y el lago Buenos Aires, dos trampas naturales para la ceniza en movimiento.

Es lógico pensar, por otra parte, que los mapas productos de ambos relevamientos sean una fiel representación de la realidad observada por quienes han realizado esas tareas. Es cierto también que los valores allí presentados contienen un margen de incertidumbre importante ya que el objetivo de los relevamientos era representar con un único valor el espesor promedio representativo de cada punto de observación. Pero ese margen de incertidumbre se reduce en lo que se refiere a las diferencias entre distintos puntos. Cuando el autor del mapa colocó un valor de, por ejemplo, 20 cm en un punto y un valor de 5 cm en otro, no dudaba de la magnitud relativa de la diferencia.

Todo lo anterior permite concluir que en ambos relevamientos se utilizaron criterios distintos. Es muy probable que los diferentes criterios aplicados hayan sido

decididos de acuerdo a las circunstancias de cada momento. Por ejemplo en el primer relevamiento, la necesidad de producir una evaluación integral de toda el área afectada pudo haber sido causa para que algunas acumulaciones masivas, pero no muy extensas, fueran suavizadas a afectos de lograr esa cobertura amplia. En el segundo relevamiento la cobertura de ceniza era más heterogenea debido a que ese material había sufrido la acción sistemática de reacomodamiento del viento por espacio de casi 8 meses y por lo tanto las zonas más expuestas al viento se hallaban libres de cenizas y las zonas más protegidas, como por ejemplo a sotavento de la vegetación, presentaban las mayores acumulaciones. Es entonces lógico pensar que durante el segundo relevamiento se trató de presentar este efecto, remarcando las zonas donde se hallaban estas acumulaciones.

En terminos de lo anterior puede concluirse que quizás cada uno de esos criterios ha sido el apropiado a las circunstancias del momento, pero lamentablemente tal diferencia de criterio atenta contra la posibilidad de disponer de la información relevada en forma sistemática y siempre con un mismo criterio a los efectos de poder calibrar un modelo de dispersión de material particulado.

Cuando se concretó la primera visita a la ciudad de Río Gallegos en el mes de mayo de 1992, se planteó la necesidad de disponer de información relevada en forma muy sistemática, por ejemplo siempre en el mismo lugar, con un mismo criterio y a intervalos regulares. Este es el único criterio posible para lograr información que resulte válida para extraer conclusiones acertadas sobre el comportamiento de un sistema, como el atmosferico, que se caracteriza por su alta variabilidad.

En oportunidad de la segunda visita, en el mes de diciembre de 1992, se comprobó que esos relevamientos sistemáticos no se habían realizado debido a las complicaciones logísticas y al esfuerzo que ellos requerían. En opinión del suscripto, la preocupación y la dedicación de los tecnicos locales, que se hallaban enfrentando las secuelas de una erupción sin precedentes ni antecedentes en el país y sin mayores recursos, se movía por carriles distintos al problema de la dispersión atmosferica de la ceniza. Y esto tenía una explicación muy sencilla: hacía casi

un año que las cenizas no volaban. El mayor problema que se enfrentaba era el efecto ecológico a mediano y largo plazo por la incorporación de la ceniza al suelo.

En opinión del suscripto la mayor utilidad de este estudio está en la enseñanza que deja acerca de como actuar en el futuro ante una eventualidad similar:

- a) La utilización de información satelital en forma rápida y coordinada puede jugar un papel decisivo en el diagnóstico de la situación.
- b) La metodología desarrollada con la adaptación del modelo numerico de pronóstico al cálculo de trayectorias durante la erupción ha probado ser una herramienta eficaz.
- c) Una rápida coordinación con el Servicio Meteorológico Nacional podrían permitir la elaboración de diagnósticos de situación y pronósticos de gran potencialidad.
- d) La evaluación in situ de los depósitos de ceniza deben realizarse en forma inmediata y con la intervención, entre otros especialistas, de aquellos vinculados con las ciencias de la atmósfera.

5. CONCLUSIONES

En función de todo lo anterior se concluye:

1. No es posible determinar, con razonable certeza, grado alguno de remoción de la ceniza depositada en la provincia de Santa Cruz, por falta de mayor información.
2. No se considera necesario estudiar la posibilidad de implementar un pronóstico de viento por parte del Servicio Meteorológico Nacional ya que el vuelo de cenizas por acción del viento ha dejado de ser un problema.

6. REFERENCIAS

- Armienti P., Macedonio G. and Pareschi M.T., A numerical model for simulation of tephra transport and deposition: applications to May 18, 1980, Mount St. Helens eruption, Journal of Geophysical Research, Vol. 93 No. B6, June 1988.
- Berri G.J., Evaluación meteorológica de la zona de Huarangal, Perú. Informe Tecnico de Emplazamiento, Comisión Nacional de Energía Atómica, Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, noviembre 1981.
- Berri G.J., Evaluación meteorológica del emplazamiento de la Central Nuclear en Embalse. CNEA-NT 5/83, Comisión Nacional de Energía Atómica, 1983.
- Berri G.J. y Robbio C., Estudio micrometeorológico del emplazamiento del Centro Atómico Ezeiza. GPRS-5 CNEA-NT 31/86, Comisión Nacional de Energía Atómica, 1986(a).
- Berri G.J. y Robbio C., Estudio micrometeorológico del emplazamiento de la Central Nuclear en Atucha. GPRS-6 CNEA-NT 32/86, Comisión Nacional de Energía Atómica, 1986(b).
- Cenizas Eyectadas por el Volcán Hudson. Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur, Octubre 1991
- Corbella, H., Conferencia dictada durante la 17ava. Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, Buenos Aires, octubre 1992.
- Crabtree J. and Kitchen M., The long range travel and dispersion of the plume from the Mount St. Helens volcano, Atmospheric Environment, Vol. 18 No. 6, 1984.
- Danielsen E.F., Trajectories of the Mount St. Helens eruption plume, Science, Vol 211, 20 February 1981
- First International Symposium on Volcanic Ash and Aviation Safety, Seattle, Washington, July 1991, U.S. Geological Survey Circular 1065.

Glaze L.S., A quantitative analysis of the transport and deposition of volcanic ash, EOS, Vol. 69, No. 44, November 1988.

Hirano M., Moriyama T, and Hikida M., Modellings of deposition of volcanic ash and runoff of debris flow in Sakurajima volcano, Journal of Hydroscience and Hydraulic Engineering, Vol. 5 No. 2, 1988

Informe Vulcanológico Nro.1, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, agosto 1991.

Informe Provisorio sobre el Monte Hudson. Informe presentado por Carol Rubin al Ministerio de Salud y Acción Social.

Informe Comisión de Emergencia Volcánica, Ing. Agrón. M. Espina, Vet. T. Babot y Lic. P. E. Tiberis.

Informe sobre los Canales de Riego en Los Antiguos y Gobernador Gregores.

Intencionalidad Migratoria de las Poblaciones Afectadas por la Erupción del Volcán Hudson y sus Consecuencias Socio-Económicas. Informes Preliminares para las localidades de Puerto Deseado, Perito Moreno y Los Antiguos, Lic. Miguel Oliva, Universidad Federal de la Patagonia Austral, febrero 1992.

Knox J.B. and Short N., A diagnostic model using ashfall data to determine eruption characteristics and atmospheric conditions during a major volcanic event, IAV Scientific Session, August 1963, XIII General Assembly, IUGG.

Macedonio G., Pareschi M.T. and Santacroce R., A numerical simulation of the plinian fall phase of 79 A.D. eruption of Vesubius, Journal of Geophysical Research, Vol. 93, No. B12, December 1988.

Paegle J. and McLawhorn D. 1983, Numerical modelling of diurnal convergence oscillations above sloping terrain, Monthly Weather Review, 111, 67-85.

Waxen Nro.4, Erupción del Volcán Hudson - Agosto 1991,
Publicación de la Universidad Federal de la Patagonia
Austral, setiembre 1991.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984.

Tabla 1.2 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - primavera.

Tabla 1.3 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - verano.

Tabla 1.4 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - otoño.

Tabla 1.5 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - invierno.

Tabla 1.6 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - hora 3.

Tabla 1.7 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - hora 9.

Tabla 1.8 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - hora 15.

Tabla 1.9 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Rio Gallegos, período 1975-1984 - hora 21.

Tabla 1.10 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984.

Tabla 1.11 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984 - primavera.

Tabla 1.12 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984 - Verano.

Tabla 1.13 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984 - otoño.

Tabla 1.14 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984 - invierno.

Tabla 1.15 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984 - hora 3.

Tabla 1.16 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984 - hora 9.

Tabla 1.17 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975-1984 - hora 15.

Tabla 1.18 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Comodoro Rivadavia, período 1975- 1984 - hora 21.

Tabla 1.19 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984.

Tabla 1.20 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984 - primavera.

Tabla 1.21 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984 -verano.

Tabla 1.22 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984 - otoño.

Tabla 1.23 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984 - invierno.

Tabla 1.24 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984 -hora 9.

Tabla 1.25 Distribución conjunta de dirección y velocidad del

viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984 - hora 15.

Tabla 1.26 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica San Julian, período 1975-1984 - hora 21.

Tabla 1.27 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984.

Tabla 1.28 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984 - primavera.

Tabla 1.29 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984 - verano.

Tabla 1.30 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984 - otoño.

Tabla 1.31 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984 - invierno.

Tabla 1.32 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984 - hora 9.

Tabla 1.33 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984 - hora 15.

Tabla 1.34 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Puerto Deseado, período 1975-1984 - hora 21.

Tabla 1.35 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984.

Tabla 1.36 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984 - primavera.

Tabla 1.37 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984 - verano.

Tabla 1.38 Distribución conjunta de dirección y velocidad del

viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984 - otoño.

Tabla 1.39 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984 - invierno.

Tabla 1.40 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984 - hora 9.

Tabla 1.41 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984 - hora 15.

Tabla 1.42 Distribución conjunta de dirección y velocidad del viento. Estación meteorológica Gdor. Gregores, período 1975-1984 - hora 21.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Rosa de viento. Estación Meteorológica Río Gallegos, década 1975-1984.

Figura 1.2 Rosa de viento. Estación Meteorológica Río Gallegos, década 1975-1984 - primavera.

Figura 1.3 Rosa de viento. Estación Meteorológica Río Gallegos, década 1975-1984 - verano.

Figura 1.4 Rosa de viento. Estación Meteorológica Río Gallegos, década 1975-1984 - otoño.

Figura 1.5 Rosa de viento. Estación Meteorológica Río Gallegos, década 1975-1984 - invierno.

Figura 1.6 Rosa de viento. Estación Meteorológica Comodoro Rivadavia, década 1975-1984.

Figura 1.7 Rosa de viento. Estación Meteorológica Comodoro Rivadavia, década 1975-1984 - primavera.

Figura 1.8 Rosa de viento. Estación Meteorológica Comodoro Rivadavia, década 1975-1984 - Verano.

Figura 1.9 Rosa de viento. Estación Meteorológica Comodoro Rivadavia, década 1975-1984 - otoño.

Figura 1.10 Rosa de viento. Estación Meteorológica Comodoro Rivadavia, década 1975-1984 - invierno.

Figura 1.11 Rosa de viento. Estación Meteorológica San

Julian, década 1975-1984.

Figura 1.12 Rosa de viento. Estación Meteorológica San Julian, década 1975-1984 - primavera.

Figura 1.13 Rosa de viento. Estación Meteorológica San Julian, década 1975-1984 -verano.

Figura 1.14 Rosa de viento. Estación Meteorológica San Julian, década 1975-1984 - otoño.

Figura 1.15 Rosa de viento. Estación Meteorológica San Julian, década 1975-1984 - invierno.

Figura 1.16 Rosa de viento. Estación Meteorológica Puerto Deseado, década 1975-1984.

Figura 1.17 Rosa de viento. Estación Meteorológica Puerto Deseado, década 1975-1984 - primavera.

Figura 1.18 Rosa de viento. Estación Meteorológica Puerto Deseado, década 1975-1984 - verano.

Figura 1.19 Rosa de viento. Estación Meteorológica Puerto Deseado, década 1975-1984 - otoño.

Figura 1.20 Rosa de viento. Estación Meteorológica Puerto Deseado, década 1975-1984 - invierno.

Figura 1.21 Rosa de viento. Estación Meteorológica Gdor. Gregores, década 1975-1984.

Figura 1.22 Rosa de viento. Estación Meteorológica Gdor. Gregores, década 1975-1984 - primavera.

Figura 1.23 Rosa de viento. Estación Meteorológica Gdor. Gregores, década 1975-1984 - verano.

Figura 1.24 Rosa de viento. Estación Meteorológica Gdor. Gregores, década 1975-1984 - otoño.

Figura 1.25 Rosa de viento. Estación Meteorológica Gdor. Gregores, década 1975-1984 - invierno.

LISTA DE FOTOS

Foto 1 Imagen de satelite reproducida de la revista Waxen y correspondiente a algún momento de la primera erupción (entre los días 8 y 9 de agosto de 1991.

Foto 2 Imagen del canal visible del satelite NOAA-11 de la pasada del 13 de agosto de 1991 a las 19:22 UTC.

Foto 3 Imagen del canal infrarrojo del satelite NOAA-11 de la pasada del 13 de agosto de 1991 a las 19:06 UTC.

Foto 4 Imagen del canal infrarrojo del satelite NOAA-11 de la pasada del 14 de agosto de 1991 a las 18:54 UTC.

Foto 5 Imagen del canal visible del satelite NOAA-11 de la pasada del 14 de agosto de 1991 a las 18:54 UTC.

Foto 6 Imagen del canal infrarrojo del satelite NOAA-11 de la pasada del 15 de agosto de 1991 a las 18:43 UTC.

Foto 7 Imagen del canal visible del satelite NOAA-11 de la pasada del 16 de agosto de 1991 a las 20:13 UTC.

Foto 8 Imagen del canal infrarrojo del satelite NOAA-11 de la pasada del 16 de agosto de 1991 a las 20:13 UTC.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 8 de agosto de 1991 a 500 metros de altura sobre el terreno

Mapa 2 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 8 de agosto de 1991 a 2000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 3 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 8 de agosto de 1991 a 4000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 4 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 8 de agosto de 1991 a 6000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 5 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 8 de agosto de 1991 a 8000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 6 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 9 de agosto de 1991 a 500 metros de altura sobre el terreno

Mapa 7 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 9 de agosto de 1991 a 2000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 8 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 9 de agosto de 1991 a 4000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 9 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 9 de agosto de 1991 a 6000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 10 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 9 de agosto de 1991 a 8000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 11 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 13 de agosto de 1991 a 500 metros de altura sobre el terreno

Mapa 12 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 13 de agosto de 1991 a 2000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 13 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 13 de agosto de 1991 a 4000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 14 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 13 de agosto de 1991 a 6000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 15 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 13 de agosto de 1991 a 8000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 16 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 14 de agosto de 1991 a 500 metros de altura sobre el terreno

Mapa 17 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 14 de agosto de 1991 a 2000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 18 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 14 de agosto de 1991 a 4000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 19 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 14 de agosto de 1991 a 6000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 20 Trayectorias de parcelas de aire iniciadas a las 9 horas del día 14 de agosto de 1991 a 8000 metros de altura sobre el terreno

Mapa 21 Mapa isopáquico original correspondiente al relevamiento de agosto de 1991

Mapa 22 Mapa isopáquico original correspondiente al

relevamiento de abril de 1992

Mapa 23 Copia del mapa isopáquico original correspondiente al relevamiento de agosto de 1991

Mapa 24 Copia del mapa isopáquico original correspondiente al relevamiento de abril de 1992

Mapa 25 Direcciones principales de transporte por el viento entre agosto de 1991 y abril de 1992.

TABLA 1.1
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984

velocidad (nudos)			dirección								
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA
	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	a	4	2	1	1	0	1	1	8	0	17
4	a	6	5	2	4	1	3	6	18	5	47
6	a	8	3	2	3	1	3	6	15	4	39
8	a	10	5	3	3	0	3	7	18	4	47
10	a	13	25	10	12	3	13	29	84	19	198
13	a	16	6	2	2	1	3	10	22	6	56
16	a	19	13	5	2	0	6	17	30	7	84
19	a	23	19	7	4	1	11	32	61	10	148
23	a	27	6	2	1	0	4	15	25	4	61
27	a	31	5	2	0	0	6	21	30	4	72
31	a	35	1	0	0	0	2	7	10	1	23
35	a	39	1	0	0	0	1	8	7	0	18
39	a	44	0	0	0	0	1	8	10	0	23
44	a	50	0	0	0	0	0	3	3	0	7
	>	50	0	0	0	0	0	3	3	0	8
suma			98	41	38	11	65	178	349	70	

Número total de datos= 14347
Número de casos de calma=2102.

TABLA 1.2
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984-PRIMAVERA

velocidad (nudos)		dirección								SUMA
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a 4	2	1	1	1	1	1	6	0	16
6	a 6	5	1	6	2	1	5	18	3	44
8	a 8	3	2	3	1	4	5	10	6	36
10	a 10	4	3	5	1	3	9	14	3	47
13	a 13	23	10	13	5	15	26	83	14	192
16	a 16	8	2	3	0	1	14	23	6	59
19	a 19	12	4	2	0	5	16	28	7	77
23	a 23	19	7	5	1	12	29	74	10	161
27	a 27	8	2	0	0	4	14	28	3	62
31	a 31	6	2	1	0	7	21	37	5	83
35	a 35	2	0	0	0	3	8	15	0	31
39	a 39	1	0	0	0	0	7	11	0	22
44	a 44	0	0	0	0	0	7	15	0	25
	> 50	0	0	0	0	0	4	4	0	11
suma		100	41	42	15	65	176	378	63	9

Número total de datos= 3638
Número de casos de calma= 428.

TABLA 1.3
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984 - VERANO

velocidad (nudos)		dirección								SUMA
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	< 2	0	0	0	0	0.0	0	0	0	0
4	a 4	3	1	0	0	0.8	1	3	0	11
6	a 6	5	2	3	1	4.2	6	10	2	36
8	a 8	2	2	3	1	4.7	6	11	1	34
10	a 10	4	3	3	0	4.4	8	13	3	40
13	a 13	28	11	12	3	16.6	41	74	17	205
16	a 16	5	3	1	1	5.8	13	15	4	51
19	a 19	13	6	4	1	8.3	22	26	6	88
23	a 23	23	8	4	1	19.1	53	49	7	168
27	a 27	5	2	2	0	9.2	24	21	2	67
31	a 31	6	4	0	0	10.8	33	26	1	84
35	a 35	2	1	0	0	3.1	12	8	0	28
39	a 39	1	0	0	0	2.2	15	6	0	25
44	a 44	0	0	0	0	3.3	17	9	0	31
	> 50	0	0	0	0	1.1	5	4	0	11
suma		101	48	36	11	95.7	267	285	49	10

Número total de datos= 3605
Número de casos de calma= 377.

TABLA 1.4
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984 - OTOÑO

velocidad (nudos)	dirección									SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	4	1	1	0	1	1	9	0	0	20
4 a 6	4	5	4	0	3	6	20	5	5	51
6 a 8	3	3	4	0	2	5	15	6	4	42
8 a 10	7	3	3	0	3	7	18	5	0	50
10 a 13	22	10	13	2	15	31	81	18	1	196
13 a 16	7	3	1	1	5	7	22	5	3	53
16 a 19	13	4	2	0	10	16	29	6	8	83
19 a 23	18	6	4	0	9	26	54	6	1	125
23 a 27	7	3	0	0	2	15	24	4	5	58
27 a 31	6	3	1	0	5	19	24	3	6	64
31 a 35	1	0	1	0	1	2	8	1	1	16
35 a 39	1	0	0	0	1	4	4	0	1	12
39 a 44	0	0	0	0	1	7	8	1	1	19
44 a 50	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
> 50	0	0	0	0	0	4	5	0	0	10
suma	98	44	39	8	65	159	327	65		

Número total de datos= 3616
Número de casos de calma= 685.

TABLA 1.5
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984 - INVIERNO

velocidad (nudos)	dirección									SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	2	0	0	0	1	1	12	1	0	20
4 a 6	6	1	4	1	2	4	25	8	5	56
6 a 8	2	1	3	1	2	6	22	5	4	45
8 a 10	4	2	3	1	1	5	25	5	4	49
10 a 13	26	7	12	3	6	18	98	26	1	199
13 a 16	6	1	2	0	1	7	31	10	6	60
16 a 19	13	6	2	1	2	14	38	8	8	86
19 a 23	17	6	5	0	5	18	66	16	1	136
23 a 27	6	0	1	0	1	9	27	8	5	55
27 a 31	4	1	0	0	2	10	32	6	5	57
31 a 35	1	0	0	0	1	4	7	2	1	17
35 a 39	0	0	0	0	1	4	6	0	1	13
39 a 44	1	0	0	0	1	2	9	0	1	15
44 a 50	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
> 50	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3
suma	92	31	36	10	32	108	409	102		

Número total de datos= 3488
Número de casos de calma= 612.

TABLA 1.6
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984 - HORA 3

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2 <	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a	1	1	1	1	1	2	10	0	20
6 a	5	2	3	1	4	5	21	5	50
8 a	3	1	4	1	2	5	18	4	42
10 a	5	2	3	0	3	7	28	4	57
13 a	22	7	10	4	12	37	117	16	227
16 a	7	2	1	1	2	9	26	7	58
19 a	11	2	1	0	2	10	35	6	71
23 a	21	5	4	1	6	22	64	10	135
27 a	7	0	0	0	2	9	20	7	47
31 a	4	1	1	0	3	7	22	2	43
35 a	2	0	0	0	0	2	10	1	16
39 a	0	0	0	0	0	3	4	0	10
44 a	1	0	0	0	0	2	3	0	7
> 50	0	0	0	0	0	0	0	0	1
suma	94	28	32	11	43	127	387	69	4

Número total de datos= 3494
Número de casos de calma= 714.

TABLA 1.7
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984 - HORA 9

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2 <	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a	4	0	0	1	1	1	10	1	22
6 a	5	3	3	1	3	8	27	8	62
8 a	1	1	3	1	3	9	21	6	48
10 a	3	2	3	1	3	7	17	5	45
13 a	23	8	7	2	7	25	97	27	199
16 a	5	2	1	0	1	12	26	8	58
19 a	14	3	1	0	4	22	42	10	97
23 a	12	5	4	1	8	25	59	11	127
27 a	4	1	1	0	2	14	27	4	57
31 a	5	1	0	0	3	18	29	3	61
35 a	1	0	0	0	0	8	8	1	21
39 a	0	0	0	0	1	3	5	0	10
44 a	0	0	0	0	1	6	6	0	14
> 50	0	0	0	0	0	0	1	0	3
suma	83	31	27	10	43	167	382	89	4

Número total de datos= 3616
Número de casos de calma= 592.

TABLA 1.8
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984 - HORA 15

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	4	3	0	0	0	0	0	5	0	11
6	a	6	4	2	4	1	0	3	12	3	32
8	a	8	2	2	1	0	2	3	8	4	27
10	a	10	4	3	2	0	5	11	11	3	34
13	a	13	25	8	12	3	13	24	58	17	163
16	a	16	3	3	3	1	3	8	17	5	48
19	a	19	13	7	5	1	8	16	26	8	87
23	a	23	20	10	7	1	13	37	63	11	165
27	a	27	6	3	2	0	7	22	29	3	75
31	a	31	5	3	0	0	9	35	43	7	105
35	a	35	1	0	0	0	4	12	14	0	35
39	a	39	1	0	0	0	2	16	12	0	34
44	a	44	0	0	0	0	4	16	21	1	45
>	50		0	0	0	0	0	11	8	0	20
suma			93	47	42	10	77	223	342	69	19

Número total de datos= 3619
Número de casos de calma= 335.

TABLA 1.9
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION RIO GALLEGOS
PERIODO 1975-1984 - HORA 21

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	4	2	2	1	0	1	1	5	0	15
6	a	6	6	2	7	0	3	6	13	2	42
8	a	8	4	3	5	1	4	5	11	3	40
10	a	10	8	5	5	1	3	10	14	3	52
13	a	13	29	16	21	5	21	30	63	15	203
16	a	16	10	1	1	1	6	11	21	5	60
19	a	19	13	7	3	1	10	20	18	4	79
23	a	23	25	8	3	0	18	42	57	6	163
27	a	27	8	2	0	0	6	16	24	3	63
31	a	31	8	3	0	0	10	24	25	4	77
35	a	35	1	0	0	0	3	4	8	0	20
39	a	39	0	0	0	0	1	8	6	0	18
44	a	44	0	0	0	0	1	8	11	0	24
>	50		0	0	0	0	0	1	2	0	5
suma			121	56	52	13	95	194	287	52	4

Número total de datos= 3618
Número de casos de calma= 461.

TABLA 1.10
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984

velocidad (nudos)	dirección									SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
2 < 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a 4	1	2	1	1	2	1	7	1	1	19
6 a 6	4	5	4	3	4	3	17	7	7	50
8 a 8	2	3	2	2	3	1	13	2	2	31
10 a 10	3	4	5	3	4	3	20	4	4	49
13 a 13	9	18	14	10	13	14	87	18	18	185
16 a 16	2	6	5	2	4	7	34	7	7	70
19 a 19	3	7	7	2	4	10	55	11	11	102
23 a 23	1	5	2	0	3	8	63	11	11	97
27 a 27	1	1	0	0	1	5	49	9	9	66
31 a 31	0	0	0	0	0	3	51	9	9	66
35 a 35	0	0	0	0	0	0	23	4	4	28
39 a 39	0	0	0	0	0	0	23	4	4	28
44 a 44	0	0	0	0	0	0	16	2	2	19
> 50	0	0	0	0	0	0	8	2	2	10
suma	30	56	43	26	42	61	475	97		5

Número total de datos= 14594
Número de casos de calma=2409.

TABLA 1.11
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984-PRIMAVERA

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
	<	2	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	a	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	6	1	1	1	1	1	0	6	2	18
6	a	8	7	7	4	3	5	1	15	5	49
8	a	10	3	5	3	3	3	1	14	1	35
10	a	13	3	6	6	4	4	3	14	3	47
13	a	16	9	21	16	12	13	9	78	17	77
16	a	19	2	7	7	3	4	6	32	9	73
19	a	23	3	8	7	1	4	8	60	8	01
23	a	27	2	6	3	0	3	6	66	10	00
27	a	31	1	1	1	0	1	5	55	7	72
31	a	35	1	0	0	0	0	3	60	6	73
35	a	39	0	0	0	0	0	0	28	3	31
39	a	44	0	0	0	0	0	1	25	5	32
44	a	50	0	0	0	0	0	1	19	0	22
>	50		0	0	0	0	0	0	10	1	11
suma			35	68	50	30	44	48	489	85	3

Número total de datos= 3631
Número de casos de calma= 536.

TABLA 1.12
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984 - VERANO

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
	<	2	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	a	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	6	0	3	2	0	1	0	2	0	13
6	a	8	2	7	6	4	3	2	6	4	36
8	a	10	1	5	3	2	3	0	5	1	24
10	a	13	2	5	7	3	5	2	13	2	41
13	a	16	7	28	24	16	11	12	52	10	164
16	a	19	1	14	10	4	5	7	29	3	76
19	a	23	1	15	15	2	5	9	55	11	118
23	a	27	0	9	5	0	3	8	85	10	123
27	a	31	0	4	0	0	3	7	73	10	98
31	a	35	1	1	0	0	0	2	69	6	84
35	a	39	0	0	0	0	0	0	30	4	36
39	a	44	0	0	0	0	0	0	27	4	32
44	a	50	0	0	0	0	0	0	18	1	21
>	50		0	0	0	0	0	0	5	1	6
suma			20	95	75	35	43	57	478	73	2

Número total de datos= 3611
Número de casos de calma= 431.

TABLA 1.13
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984 - OTOÑO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	1	2	1	2	2	1	9	2	24
4 a 6	4	3	6	3	3	4	22	8	58
6 a 8	1	2	1	1	3	1	16	4	32
8 a 10	3	5	5	3	4	3	24	6	56
10 a 13	10	16	14	9	16	16	97	22	103
13 a 16	3	2	1	1	4	6	32	10	63
16 a 19	4	4	4	1	6	10	47	12	91
19 a 23	2	3	1	0	6	6	52	13	85
23 a 27	1	0	0	0	0	4	35	9	51
27 a 31	0	0	0	0	1	2	40	10	54
31 a 35	0	0	0	0	0	0	15	3	20
35 a 39	0	0	0	0	0	0	17	2	20
39 a 44	0	0	0	0	0	0	12	1	14
44 a 50	0	0	0	0	0	0	6	2	9
> 50	0	0	0	0	0	0	4	0	4
suma	33	41	38	24	49	60	434	109	

Número total de datos= 3679
Número de casos de calma= 762.

TABLA 1.14
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984 - INVIERNO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	2	1	1	1	1	0	10	1	21
4 a 6	4	3	1	2	3	6	25	9	56
6 a 8	1	1	2	1	3	3	16	1	32
8 a 10	5	2	1	2	2	5	28	4	53
10 a 13	8	5	2	4	12	22	119	21	196
13 a 16	2	2	1	1	2	7	43	9	69
16 a 19	3	2	0	1	3	13	59	14	98
19 a 23	2	1	0	1	2	10	50	12	81
23 a 27	1	0	0	0	0	4	35	11	53
27 a 31	1	0	0	0	0	2	36	12	53
31 a 35	0	0	0	0	0	1	18	5	25
35 a 39	0	0	0	0	0	1	22	5	28
39 a 44	0	0	0	0	0	0	15	3	20
44 a 50	0	0	0	0	0	0	10	4	14
> 50	0	0	0	0	0	0	6	2	9
suma	32	20	12	17	32	80	501	118	

Número total de datos= 3673
Número de casos de calma= 680.

TABLA 1.15
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984 - HORA 3

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	4	0	0	0	0	0	0	10	1	15
6	a	6	4	3	0	1	1	2	21	7	42
8	a	8	1	0	0	0	1	5	20	2	30
10	a	10	3	0	0	0	3	31	31	4	49
13	a	13	5	4	0	1	8	11	119	16	67
16	a	16	2	1	0	0	2	9	49	8	74
19	a	19	1	1	1	1	3	7	72	11	100
23	a	23	1	0	0	0	1	7	87	11	110
27	a	27	0	0	0	0	1	3	45	6	56
31	a	31	1	0	0	0	0	1	49	8	61
35	a	35	0	0	0	0	0	0	23	2	27
39	a	39	0	0	0	0	0	0	19	3	23
44	a	44	0	0	0	0	0	0	15	2	17
	>	50	0	0	0	0	0	0	6	1	8
suma			23	13	6	6	26	51	574	86	3

Número total de datos= 3647
Número de casos de calma= 772.

TABLA 1.16
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984 - HORA 9

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	4	1	0	0	0	2	0	9	2	19
6	a	6	2	3	1	2	4	5	24	8	53
8	a	8	2	1	0	1	3	2	14	2	28
10	a	10	3	1	1	2	3	5	23	5	46
13	a	13	7	6	2	7	8	22	112	24	192
16	a	16	1	0	0	0	4	6	40	8	63
19	a	19	2	1	0	1	4	15	67	12	105
23	a	23	1	0	0	0	5	9	69	12	99
27	a	27	1	0	0	0	0	8	56	9	76
31	a	31	0	0	0	0	0	4	54	6	67
35	a	35	0	0	0	0	0	0	20	4	25
39	a	39	0	0	0	0	0	0	21	4	27
44	a	44	0	0	0	0	0	0	14	1	17
	>	50	0	0	0	0	0	0	6	3	10
suma			25	17	8	17	38	82	540	109	5

Número total de datos= 3648
Número de casos de calma= 587.

TABLA 1.17
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984 - HORA 15

velocidad (nudos)	dirección									SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	0	2	4	3	2	0	2	0	0	18
4 a 6	2	2	11	7	7	3	4	2	2	41
6 a 8	0	2	6	6	5	1	1	1	1	24
8 a 10	3	6	14	8	6	2	4	2	2	50
10 a 13	7	27	47	30	25	13	33	16	2	200
13 a 16	2	14	17	7	7	7	18	18	8	84
16 a 19	5	17	23	4	7	12	39	13	12	124
19 a 23	3	9	6	1	6	9	51	13	10	102
23 a 27	1	4	2	0	2	6	52	12	8	81
27 a 31	1	1	0	0	1	3	62	14	14	85
31 a 35	0	0	0	0	0	1	29	7	7	38
35 a 39	0	0	0	0	0	2	33	5	5	41
39 a 44	0	0	0	0	0	2	23	1	1	27
44 a 50	0	0	0	0	0	0	12	3	3	16
> 50	0	0	0	0	0	0	5	1	1	7
suma	29	89	134	70	73	67	374	104		

Número total de datos= 3649
Número de casos de calma= 201.

TABLA 1.18
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION COMODORO RIVADAVIA
PERIODO 1975-1984 - HORA 21

velocidad (nudos)	dirección									SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	3	5	0	1	1	1	7	2	2	23
4 a 6	8	12	4	1	3	3	20	10	6	65
6 a 8	4	9	2	1	2	0	16	3	4	41
8 a 10	3	10	3	3	2	2	21	4	5	52
10 a 13	15	34	7	3	10	12	83	15	18	181
13 a 16	3	10	2	2	2	5	29	6	6	61
16 a 19	2	9	2	0	4	7	42	9	7	79
19 a 23	1	9	1	0	2	5	47	9	7	78
23 a 27	0	1	0	0	0	2	45	9	6	60
27 a 31	0	0	0	0	0	1	41	7	5	51
31 a 35	0	0	0	0	0	0	19	2	2	22
35 a 39	0	0	0	0	0	0	17	3	2	22
39 a 44	0	0	0	0	0	0	12	2	1	15
44 a 50	0	0	0	0	0	0	6	0	0	7
> 50	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
suma	44	105	25	14	30	45	414	87		

Número total de datos= 3650
Número de casos de calma= 849.

TABLA 1.19
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	< 2	0		0	0	0	0	0	0	0	0
4	a 4	4		3	1	1	2	3	6	2	25
6	a 6	5		4	3	1	4	7	12	4	44
8	a 8	5		7	3	2	3	5	11	3	41
10	a 10	7		7	3	3	5	8	17	4	58
13	a 13	16		24	14	8	13	27	47	13	165
16	a 16	7		10	5	2	6	13	19	6	71
19	a 19	11		18	7	5	11	31	40	10	137
23	a 23	11		11	4	3	8	24	40	13	118
27	a 27	6		6	1	2	9	26	33	11	96
31	a 31	4		3	0	1	5	19	26	6	68
35	a 35	1		0	0	0	3	11	15	3	36
39	a 39	1		0	0	0	3	9	10	3	28
44	a 44	0		0	0	0	0	4	5	0	12
	> 50	0		0	0	0	1	3	4	0	9
suma		83		98	47	32	80	195	294	84	2

Número total de datos= 10708
Número de casos de calma= 898.

TABLA 1.20
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984 - PRIMAVERA

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	5	2	1	2	1	0	2	2	19
4 a 6	4	5	2	2	4	3	6	1	31
6 a 8	4	7	3	1	5	3	8	3	39
8 a 10	11	8	5	5	4	4	13	3	56
10 a 13	15	28	16	10	18	20	43	14	167
13 a 16	9	9	5	2	9	10	13	7	66
16 a 19	14	18	8	5	16	27	42	15	148
19 a 23	13	11	6	5	14	22	41	15	131
23 a 27	7	9	1	3	12	22	41	9	107
27 a 31	5	4	1	1	8	19	26	6	74
31 a 35	1	0	0	1	4	9	16	4	39
35 a 39	2	0	0	0	4	9	15	2	35
39 a 44	0	0	0	0	0	4	7	0	13
44 a 50	0	0	0	0	1	2	4	0	7
> 50	0	0	0	0	0	1	2	0	4
suma	94	107	53	42	108	161	287	87	

Número total de datos= 2541
Número de casos de calma= 146.

TABLA 1.21
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984-VERANO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	1	6	2	1	1	1	2	0	18
4 a 6	2	3	5	1	3	4	3	2	27
6 a 8	2	9	5	2	1	2	3	1	29
8 a 10	4	10	5	2	4	8	7	1	45
10 a 13	10	38	25	14	14	17	29	7	156
13 a 16	4	18	11	4	6	8	8	1	65
16 a 19	7	43	16	12	10	28	30	7	155
19 a 23	10	27	9	5	11	21	43	10	139
23 a 27	5	12	3	3	13	34	36	14	122
27 a 31	4	8	0	1	6	21	38	6	87
31 a 35	0	1	0	0	3	15	22	4	48
35 a 39	1	0	0	0	4	10	11	2	30
39 a 44	0	0	0	0	0	5	6	0	13
44 a 50	0	0	0	0	1	5	5	0	12
> 50	0	0	0	0	0	1	0	0	1
suma	56	180	85	51	84	186	250	61	

Número total de datos= 2703
Número de casos de calma= 120.

TABLA 1.22
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984-OTOÑO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	6	2	2	0	4	4	9	2	31
4 a 6	9	6	4	2	5	9	18	6	63
6 a 8	6	7	3	2	4	4	16	3	48
8 a 10	6	9	4	3	7	10	22	6	71
10 a 13	21	18	12	5	13	33	54	15	173
13 a 16	10	9	2	2	6	13	22	7	77
16 a 19	14	6	2	4	11	34	36	12	123
19 a 23	12	4	2	2	6	18	30	15	90
23 a 27	6	4	0	1	7	21	24	8	75
27 a 31	5	1	0	0	5	14	21	8	56
31 a 35	1	0	0	0	4	8	10	3	28
35 a 39	1	0	0	0	2	6	6	3	19
39 a 44	0	0	0	0	0	4	4	0	10
44 a 50	0	0	0	0	0	4	4	0	10
> 50	0	0	0	0	0	0	1	0	1
suma	103	70	35	25	80	188	283	93	

Número total de datos= 2755
Número de casos de calma= 325.

TABLA 1.23
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984 - INVIERNO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	3	2	1	0	2	5	11	2	29
4 a 6	4	3	1	1	5	11	21	7	55
6 a 8	7	3	2	1	2	10	18	4	49
8 a 10	6	3	0	2	4	9	25	7	59
10 a 13	18	11	2	2	9	40	63	16	163
13 a 16	7	2	3	0	4	19	32	7	76
16 a 19	11	7	1	1	6	32	52	9	122
19 a 23	10	2	0	0	3	34	46	12	111
23 a 27	4	0	0	1	3	28	31	11	81
27 a 31	3	0	0	0	3	24	19	5	57
31 a 35	0	0	0	0	1	12	11	3	29
35 a 39	1	0	0	0	1	10	10	5	29
39 a 44	0	0	0	0	0	2	5	2	10
44 a 50	0	0	0	0	0	1	3	1	7
> 50	0	0	0	0	0	0	2	0	3
suma	79	36	15	11	48	243	356	96	

Número total de datos= 2709
Número de casos de calma= 307.

TABLA 1.24
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984 - HORA 9

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2 <	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a	2	2	2	1	3	2	12	3	33
6 a	5	1	2	1	7	11	21	6	58
8 a	5	4	2	1	3	7	15	4	44
10 a	7	4	2	1	5	10	25	3	59
13 a	14	9	4	2	13	36	68	15	163
16 a	8	3	0	0	8	17	28	7	74
19 a	12	4	0	2	9	45	53	13	141
23 a	9	1	1	1	5	28	45	15	107
27 a	4	2	0	0	3	31	39	11	92
31 a	2	0	0	0	3	20	25	6	60
35 a	0	0	0	0	1	10	13	3	30
39 a	0	0	0	0	1	9	10	2	25
44 a	0	0	0	0	0	1	3	0	5
> 50	0	0	0	0	0	1	3	0	6
suma	78	33	16	12	68	235	366	94	2

Número total de datos= 3540
Número de casos de calma= 334.

TABLA 1.25
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984 - HORA 15

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2 <	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a	2	1	0	0	3	2	1	0	13
6 a	2	3	2	1	3	5	3	3	25
8 a	2	3	3	1	2	2	2	0	19
10 a	2	5	3	3	5	6	6	3	37
13 a	9	18	21	9	11	24	29	13	135
16 a	7	11	12	4	5	14	14	4	74
19 a	11	23	16	10	11	31	36	12	153
23 a	11	19	11	7	11	28	40	18	148
27 a	7	12	3	4	16	29	30	15	118
31 a	7	6	1	1	9	27	33	9	96
35 a	2	1	0	0	5	18	19	4	52
39 a	2	0	0	0	5	14	15	5	45
44 a	0	0	0	0	1	8	9	1	20
> 50	0	0	0	0	2	6	7	0	17
suma	68	108	78	45	94	220	255	94	6

Número total de datos= 3554
Número de casos de calma= 121.

TABLA 1.26
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION SAN JULIAN
PERIODO 1975-1984 - HORA 21

velocidad (nudos)		dirección								SUMA
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a 4	5	5	2	1	1	3	5	2	28
6	a 6	6	9	5	2	4	5	13	3	49
8	a 8	7	13	4	3	4	6	16	4	60
10	a 10	11	14	6	6	5	8	20	7	78
13	a 13	25	45	16	13	16	22	45	11	197
16	a 16	7	14	3	2	6	8	15	5	64
19	a 19	11	28	5	5	12	16	29	7	115
23	a 23	14	13	1	1	9	16	35	7	98
27	a 27	5	5	0	2	7	19	31	7	79
31	a 31	4	4	0	1	3	11	20	4	50
35	a 35	0	0	0	0	2	6	13	3	27
39	a 39	1	0	0	0	2	3	7	1	15
44	a 44	0	0	0	0	0	2	4	1	9
> 50		0	0	0	0	0	2	1	0	4
suma		102	154	46	40	78	132	259	66	0

Número total de datos= 3553
Número de casos de calma= 421.

TABLA 1.27

ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984

velocidad (nudos)		dirección								SUMA
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	4	2	1	1	3	1	9	2	25
6	a	6	3	5	4	6	5	20	4	56
8	a	8	3	2	3	3	3	11	2	33
10	a	10	3	4	2	6	4	19	4	54
13	a	13	5	8	5	8	5	28	6	81
16	a	16	7	9	5	7	7	28	6	82
19	a	19	22	10	8	12	12	40	14	128
23	a	23	6	6	5	10	9	29	14	105
27	a	27	6	5	3	11	13	38	21	126
31	a	31	3	1	1	6	9	32	14	89
35	a	35	0	0	0	1	1	8	5	23
39	a	39	0	0	0	2	4	7	5	24
44	a	44	0	0	0	0	1	3	2	9
>	50	0	0	0	0	0	0	2	1	5
suma		150	48	55	41	82	80	281	107	1

Número total de datos= 10045
Número de casos de calma=1538.

TABLA 1.28
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984 - PRIMAVERA

velocidad (nudos)		dirección								
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA
<	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	a 4	3	2	2	1	2	0	2	2	16
4	a 6	5	3	3	5	7	2	12	2	43
6	a 8	4	5	3	5	6	2	9	2	40
8	a 10	9	4	3	1	8	2	14	2	47
10	a 13	16	7	7	11	7	4	25	5	86
13	a 16	6	7	9	5	10	7	16	6	71
16	a 19	23	8	10	10	10	9	29	11	113
19	a 23	23	9	5	8	20	13	31	13	124
23	a 27	28	7	3	3	15	12	34	24	130
27	a 31	23	6	0	2	8	11	36	13	103
31	a 35	7	2	0	0	3	1	11	9	34
35	a 39	5	0	0	0	3	5	6	7	27
39	a 44	1	0	0	0	0	0	4	1	9
44	a 50	0	0	0	0	0	1	1	2	5
>	50	0	0	0	0	0	0	0	0	1
suma		160	64	50	56	105	76	236	107	

Número total de datos= 2547
Número de casos de calma= 362.

TABLA 1.29
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984 - VERANO

velocidad (nudos)			dirección							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 a 4	0	2	3	1	3	0	3	1	16	
4 a 6	3	2	8	5	5	2	7	2	37	
6 a 8	2	3	1	3	3	2	4	0	20	
8 a 10	7	3	11	5	7	3	8	2	49	
10 a 13	9	10	16	7	9	3	12	3	73	
13 a 16	14	10	15	11	10	4	18	3	88	
16 a 19	20	12	28	13	20	11	38	6	152	
19 a 23	26	11	20	10	11	7	27	8	122	
23 a 27	31	11	11	6	16	16	48	18	161	
27 a 31	25	3	2	2	13	8	32	11	99	
31 a 35	3	1	0	0	2	1	8	4	22	
35 a 39	5	0	0	0	2	3	11	4	28	
39 a 44	1	0	0	0	1	0	4	1	8	
44 a 50	1	0	0	0	0	0	3	1	6	
> 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
suma	154	72	118	68	109	67	228	69		

Número total de datos= 2354
Número de casos de calma= 263.

TABLA 1.30
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984 - OTOÑO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	3	3	1	0	1	1	10	3	25
4 a 6	8	5	7	2	6	7	22	4	64
6 a 8	5	2	3	1	1	6	11	4	37
8 a 10	14	3	3	1	3	5	23	6	61
10 a 13	14	2	3	1	7	5	27	8	70
13 a 16	17	1	8	2	9	8	40	8	97
16 a 19	31	5	4	7	15	16	40	20	140
19 a 23	20	3	1	3	6	9	17	11	72
23 a 27	31	3	2	5	10	15	35	17	121
27 a 31	15	2	0	1	3	11	31	16	81
31 a 35	3	0	0	0	0	2	5	3	17
35 a 39	3	0	0	0	1	4	5	4	20
39 a 44	0	0	0	0	0	2	2	2	8
44 a 50	0	0	0	0	0	1	1	0	3
> 50	0	0	0	0	0	0	1	0	1
suma	168	33	37	28	68	99	274	112	

Número total de datos= 2570
Número de casos de calma= 452.

TABLA 1.31
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984 - INVIERNO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2 a 4	5	1	0	1	5	2	22	3	41
4 a 6	12	3	1	3	5	7	37	8	80
6 a 8	4	1	0	1	2	1	19	3	35
8 a 10	5	2	1	1	6	5	30	5	57
10 a 13	14	2	4	1	6	7	47	8	93
13 a 16	10	2	2	0	3	7	37	7	71
16 a 19	15	3	1	0	5	12	52	18	110
19 a 23	17	1	1	1	5	9	41	24	103
23 a 27	15	2	3	0	3	9	36	26	97
27 a 31	11	1	2	0	1	6	30	16	71
31 a 35	1	0	0	0	0	1	9	3	17
35 a 39	1	0	0	0	0	3	8	5	21
39 a 44	0	0	0	0	0	1	3	2	9
44 a 50	0	0	0	0	0	0	1	0	5
> 50	0	0	0	0	0	0	0	0	1
suma	118	23	21	15	47	77	380	135	

Número total de datos= 2574
Número de casos de calma= 461.

TABLA 1.32
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984 - HORA 9

velocidad (nudos)			dirección							
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA
	< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	a 4	4	1	1	0	3	1	12	3	27
4	a 6	5	1	4	2	4	5	34	8	66
6	a 8	5	3	0	1	2	4	19	3	39
8	a 10	7	3	1	1	4	3	31	3	57
10	a 13	12	3	3	2	3	4	41	8	81
13	a 16	11	0	2	2	7	5	42	5	77
16	a 19	17	3	2	4	9	14	58	14	125
19	a 23	20	2	2	3	6	11	39	15	101
23	a 27	21	3	2	2	6	12	50	15	114
27	a 31	14	1	0	0	6	12	44	13	93
31	a 35	2	0	0	0	1	2	9	7	24
35	a 39	2	0	0	0	0	4	9	6	22
39	a 44	0	0	0	0	0	0	4	1	7
44	a 50	0	0	0	0	0	1	2	0	4
	> 50	0	0	0	0	0	0	0	0	1
suma		127	26	20	22	57	84	398	107	

Número total de datos= 3347
Número de casos de calma= 523.

TABLA 1.33
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984 - HORA 15

velocidad (nudos)		dirección								
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA
2	< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a 4	1	1	1	0	1	1	5	1	14
6	a 6	3	2	3	3	4	3	8	0	30
8	a 8	1	2	3	3	1	3	6	2	24
10	a 10	5	1	3	0	4	2	10	1	29
13	a 13	7	5	9	6	8	4	20	3	65
16	a 16	5	4	16	6	7	8	23	5	78
19	a 19	19	10	20	16	14	12	38	13	145
23	a 23	14	11	14	12	15	11	31	10	121
27	a 27	22	9	9	8	19	20	45	30	165
31	a 31	23	6	3	3	9	13	43	22	126
35	a 35	3	0	0	0	3	3	11	6	29
39	a 39	8	0	0	0	5	7	11	7	40
44	a 44	2	0	0	0	1	3	6	4	17
> 50		0	0	0	0	0	1	3	2	9
suma		118	57	86	61	96	99	269	113	2

Número total de datos= 3348
Número de casos de calma= 327.

TABLA 1.34
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION PUERTO DESEADO
PERIODO 1975-1984 - HORA 21

velocidad (nudos)			dirección								SUMA
	<	2	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2	a	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	6	4	3	3	2	5	1	11	3	33
6	a	8	14	6	7	6	10	6	17	4	73
8	a	10	6	3	2	4	6	2	8	2	37
10	a	13	14	5	9	6	10	6	16	6	75
13	a	16	21	8	11	7	11	6	23	7	97
16	a	19	19	10	8	6	11	7	18	8	90
19	a	23	31	7	9	3	14	9	24	15	115
23	a	27	30	5	3	2	10	6	17	17	93
27	a	31	35	7	4	1	7	6	19	18	100
31	a	35	18	1	0	0	4	2	10	8	46
35	a	39	5	0	0	0	0	0	5	2	14
39	a	44	2	0	0	0	0	0	2	3	9
44	a	50	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	>	50	0	0	0	0	0	0	0	0	2
suma			205	60	59	41	93	57	176	100	0

Número total de datos= 3350
Número de casos de calma= 688.

TABLA 1.35
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984

velocidad (nudos)			dirección							SUMA
			N	NE	E	SE	S	SO	O	
2	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	a	4	4	0	2	0	1	0	4	14
6	a	6	16	3	7	1	9	3	22	76
8	a	8	0	0	0	0	0	0	0	0
10	a	10	6	0	4	0	4	2	18	40
13	a	13	11	3	6	1	8	6	10	70
16	a	16	4	1	5	0	4	3	20	43
19	a	19	9	1	7	0	7	6	30	77
23	a	23	7	1	4	0	8	5	15	66
27	a	27	4	0	1	0	2	2	26	46
31	a	31	10	0	2	0	4	8	58	123
35	a	35	0	0	0	0	0	0	1	3
39	a	39	4	0	0	0	0	4	38	62
44	a	44	4	0	0	0	0	3	12	35
	>	50	2	0	0	0	0	1	19	27
suma			91	13	42	4	51	50	302	174

Número total de datos= 7529
Número de casos de calma=2029.

TABLA 1.36
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984 - PRIMAVERA

velocidad (nudos)		dirección							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	3	0	3	0	0	0	3	0	11
4 a 6	10	0	5	0	9	4	26	7	67
6 a 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 a 10	3	0	7	0	7	3	26	3	54
10 a 13	6	0	4	2	5	7	8	15	51
13 a 16	3	0	8	0	10	4	25	3	51
16 a 19	10	2	7	0	10	11	43	14	101
19 a 23	5	1	3	0	8	4	14	19	57
23 a 27	6	1	1	0	3	3	31	9	57
27 a 31	11	0	2	0	7	11	79	30	144
31 a 35	0	0	0	0	0	0	1	0	1
35 a 39	2	0	0	0	0	5	55	15	81
39 a 44	0	0	0	0	0	3	11	12	27
44 a 50	1	0	0	0	0	2	30	4	39
> 50	2	0	0	0	0	3	30	6	42
suma	71	8	46	5	62	64	388	143	

Número total de datos= 2235
Número de casos de calma= 466.

TABLA 1.37
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984 - VERANO

velocidad (nudos)		dirección							
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	2	0	0	0	0	0	0	0	3
4 a 6	0	2	5	2	4	5	12	4	38
6 a 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 a 10	2	0	4	0	0	1	6	2	18
10 a 13	2	2	9	1	15	13	18	11	74
13 a 16	0	0	2	0	4	2	19	2	33
16 a 19	4	2	9	1	6	6	22	9	61
19 a 23	6	2	6	0	15	11	29	17	88
23 a 27	0	0	0	0	3	4	28	4	41
27 a 31	2	0	4	0	4	20	88	39	162
31 a 35	0	0	0	0	0	0	4	0	6
35 a 39	3	0	0	0	1	6	51	11	74
39 a 44	0	0	1	0	0	6	30	16	56
44 a 50	0	0	0	0	0	1	21	4	29
> 50	2	0	0	0	0	3	37	15	59
suma	29	11	43	6	59	85	372	139	

Número total de datos= 1443
Número de casos de calma= 363.

TABLA 1.38

ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984 - OTOÑO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2 <	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a	3	0	3	0	2	0	3	1	14
6 a	19	3	12	1	9	2	24	12	86
8 a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 a	4	1	0	0	0	0	12	1	24
13 a	18	6	2	1	7	4	7	25	79
16 a	4	1	2	0	3	4	19	2	38
19 a	10	1	9	0	6	3	19	12	62
23 a	11	2	3	0	6	6	15	33	79
27 a	8	0	2	0	2	1	21	8	44
31 a	18	0	0	0	3	3	38	38	104
35 a	0	0	0	0	0	0	0	2	3
39 a	5	0	0	0	0	2	26	15	50
44 a	8	0	0	0	0	2	9	13	33
> 50	3	0	0	0	0	0	13	5	23
suma	120	17	46	3	43	31	228	190	38

Número total de datos= 1823
Número de casos de calma= 578.

TABLA 1.39

ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984 - INVIERNO

velocidad (nudos)	dirección								SUMA
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
2 <	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 a	4	0	2	0	1	1	8	1	26
6 a	30	6	6	1	12	2	24	22	106
8 a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 a	12	1	3	0	4	3	24	4	54
13 a	18	3	3	0	5	3	8	39	81
16 a	8	1	5	0	3	3	16	5	45
19 a	11	1	4	0	4	4	31	17	76
23 a	5	1	3	0	3	2	7	25	47
27 a	3	0	1	0	0	1	24	8	39
31 a	6	1	2	0	2	0	30	45	89
35 a	1	0	0	0	0	0	0	2	3
39 a	7	0	1	0	0	1	19	14	44
44 a	7	0	0	0	0	2	4	15	29
> 50	1	0	0	0	0	0	9	3	15
suma	132	15	33	2	40	26	223	218	32

Número total de datos= 2028
Número de casos de calma= 622.

TABLA 1.40
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984 - HORA 9

velocidad (nudos)		dirección								SUMA
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	7	0	0	4	0	0	0	2	0	16
4 a 6	28	4	4	10	1	8	4	29	17	105
6 a 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 a 10	8	1	6	6	0	3	0	19	4	43
10 a 13	20	3	7	7	1	5	3	10	29	80
13 a 16	6	2	4	0	0	2	2	18	4	42
16 a 19	8	2	4	0	0	2	3	28	13	67
19 a 23	7	0	4	0	0	4	2	15	27	63
23 a 27	6	0	1	0	0	1	1	24	8	44
27 a 31	11	0	2	0	0	2	5	54	48	125
31 a 35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
35 a 39	4	0	0	0	0	0	0	26	14	46
39 a 44	4	0	0	0	0	0	0	13	20	38
44 a 50	2	0	0	0	0	0	0	12	3	18
> 50	5	0	0	0	0	0	0	8	11	26
suma	122	15	49	3	31	26	265	205		

Número total de datos= 2499
Número de casos de calma= 702.

TABLA 1.41
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984 - HORA 15

velocidad (nudos)		dirección								SUMA
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
< 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 a 4	2	0	0	0	0	1	1	3	0	9
4 a 6	6	2	6	1	1	4	4	24	11	67
6 a 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 a 10	3	0	2	0	0	4	2	18	2	34
10 a 13	8	3	6	2	14	9	15	20	20	79
13 a 16	11	3	3	0	6	6	26	31	3	47
16 a 19	12	1	6	0	11	12	31	11	11	88
19 a 23	6	2	3	0	11	10	19	21	74	74
23 a 27	5	0	1	0	0	4	24	6	46	46
27 a 31	13	0	1	0	0	7	14	61	35	134
31 a 35	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
35 a 39	6	0	0	0	0	1	7	53	19	89
39 a 44	3	0	0	0	0	0	7	20	13	48
44 a 50	3	0	0	0	0	0	2	33	8	47
> 50	3	0	0	0	0	0	4	47	20	75
suma	77	9	33	6	75	86	382	176		

Número total de datos= 2495
Número de casos de calma= 380.

TABLA 1.42
ROSA DE VIENTO PARA LA ESTACION GOB. GREGORES
PERIODO 1975-1984 - HORA 21

velocidad (nudos)			dirección								
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	SUMA
	<	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	a	4	4	0	1	0	1	0	4	0	14
4	a	6	14	3	7	0	8	2	14	8	58
6	a	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	a	10	8	0	4	0	5	4	17	2	42
10	a	13	6	2	5	1	4	7	5	20	53
13	a	16	5	1	8	0	4	2	15	2	40
16	a	19	8	1	7	0	6	4	30	16	77
19	a	23	7	2	4	0	8	3	12	23	61
23	a	27	3	0	1	0	1	2	32	8	49
27	a	31	6	1	2	0	5	5	58	31	110
31	a	35	1	0	0	0	0	0	2	2	5
35	a	39	2	0	1	0	0	3	34	10	52
39	a	44	2	0	0	0	0	2	5	8	18
44	a	50	0	0	0	0	0	0	12	2	15
	>	50	2	0	0	0	0	0	14	7	24
suma			73	14	44	4	47	40	258	143	

Número total de datos= 2501
Número de casos de calma= 938.

FIGURA 1.1
ESTACION RIO GALLEGOS - DECADA 1975-1984

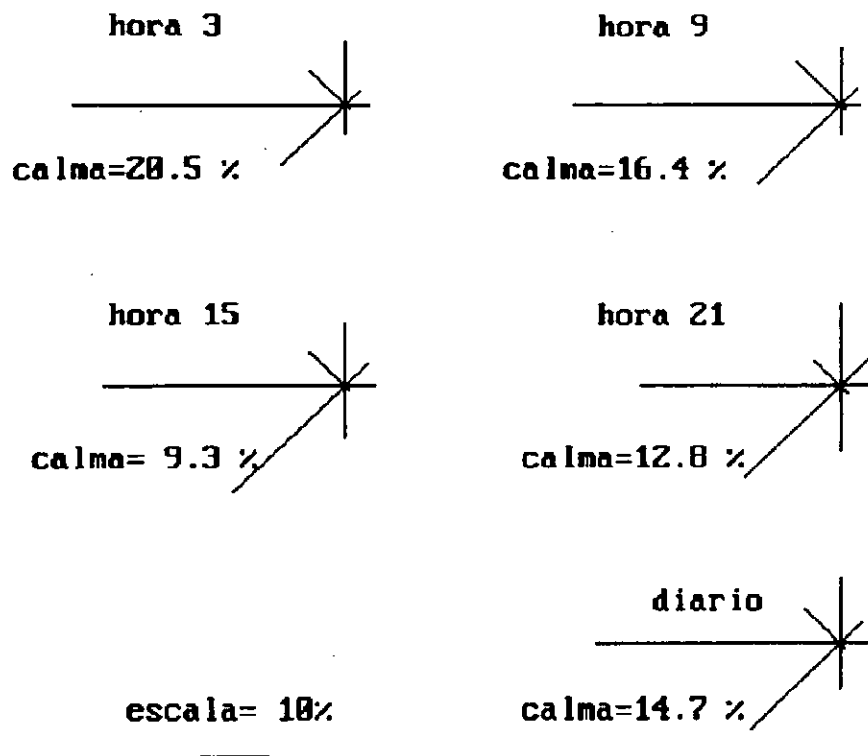


FIGURA 1.2
ESTACION RIO GALLEGOS - PRIMAVERA - DECADA 1975-1984

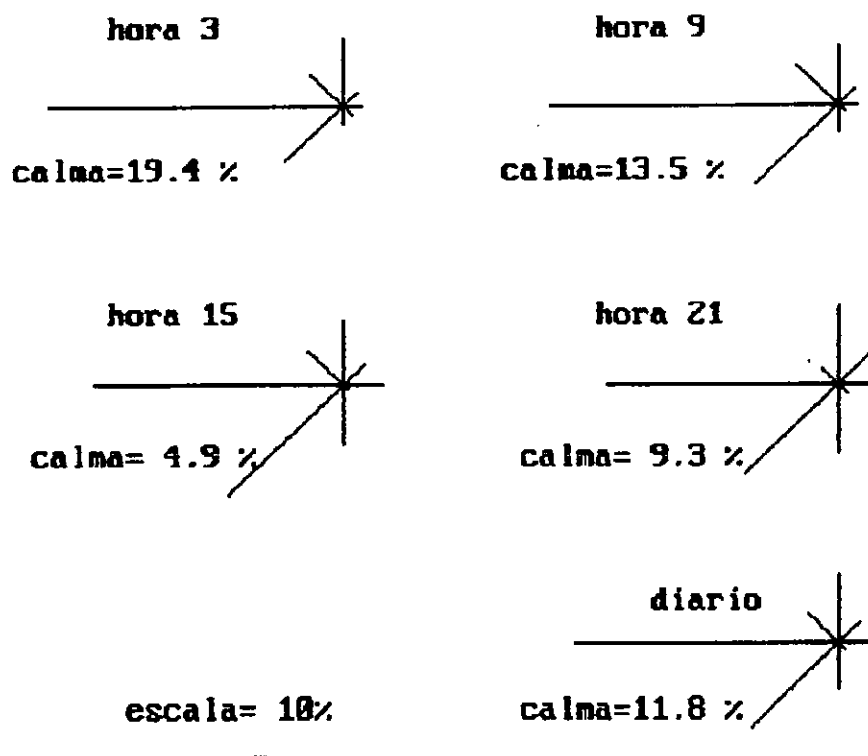


FIGURA 1.3

ESTACION RIO GALLEGOS - VERANO - DECADA 1975-1984

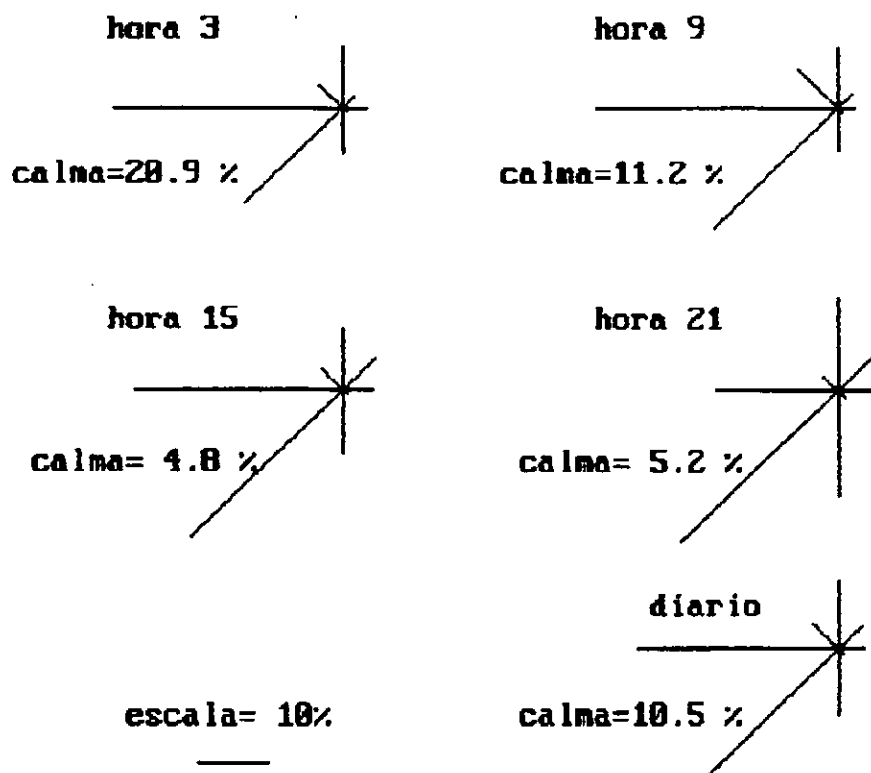


FIGURA 1.4

ESTACION RIO GALLEGOS - OTONO - DECADA 1975-1984

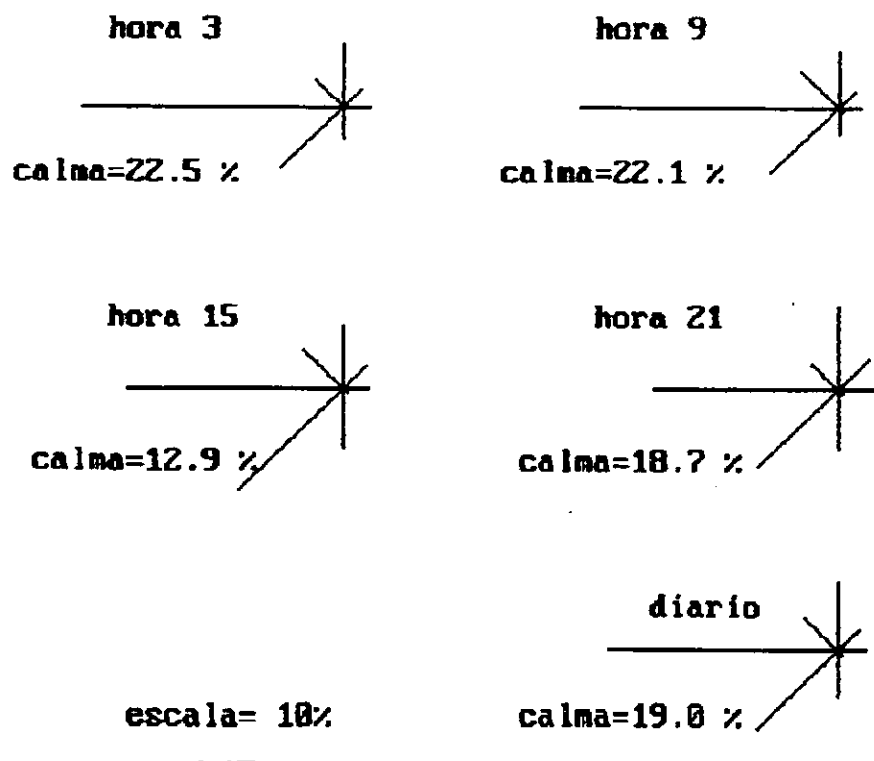


FIGURA 1.5

ESTACION RIO GALLEGOS - INVIERNO - DECADA 1975-1984

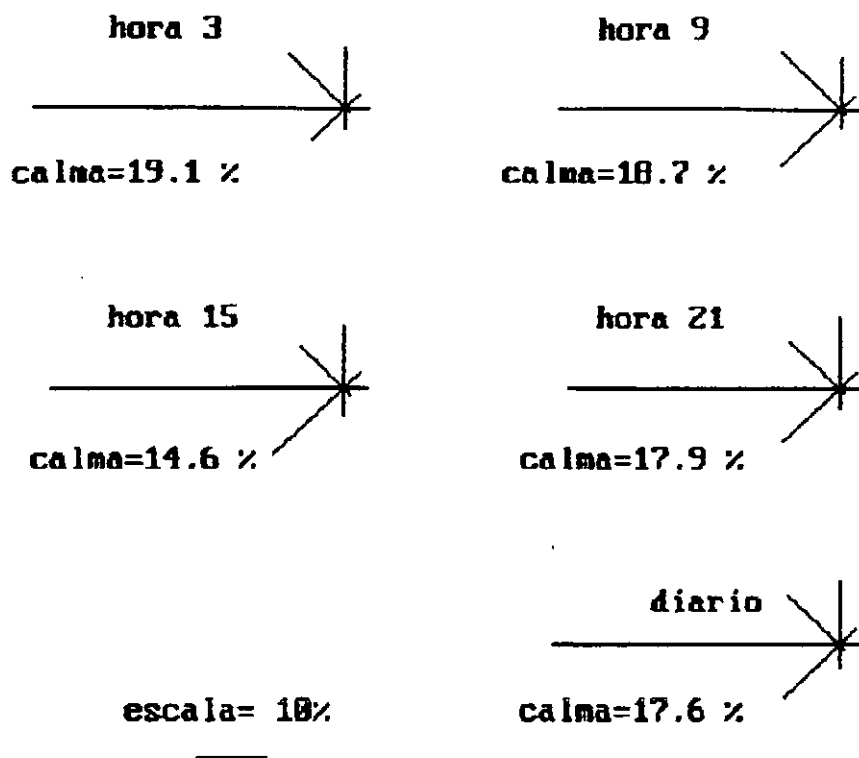


FIGURA 1.6

ESTACION COMODORO RIVADAVIA - DECADA 1975-1984

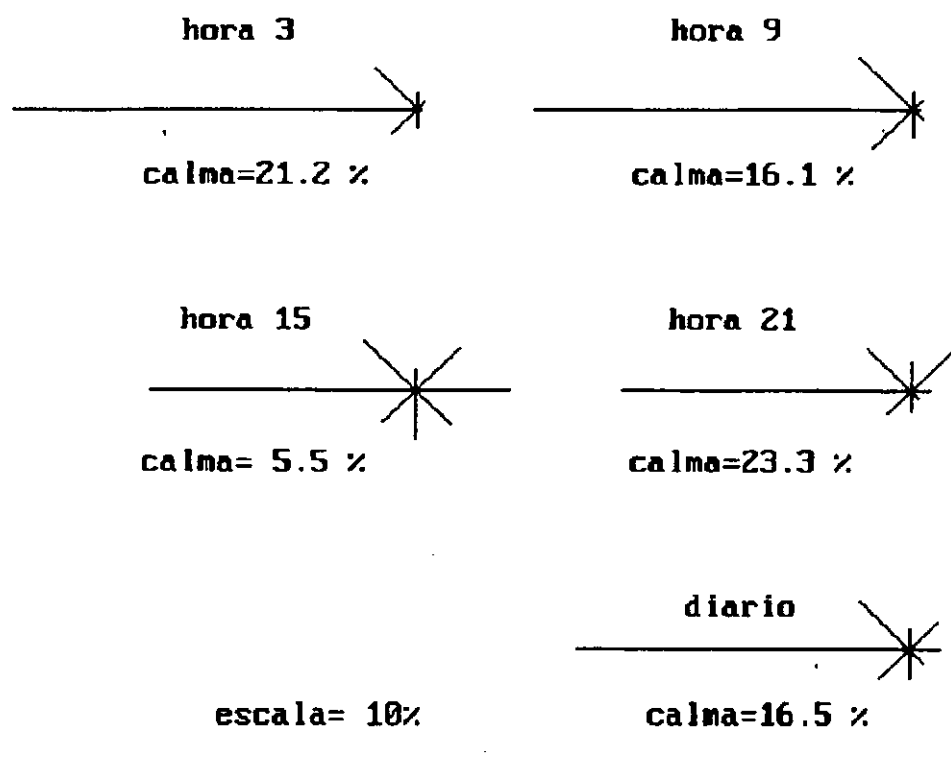


FIGURA 1.7

ESTACION COMODORO RIVADAVIA - PRIMAVERA - DECADA 1975-1984

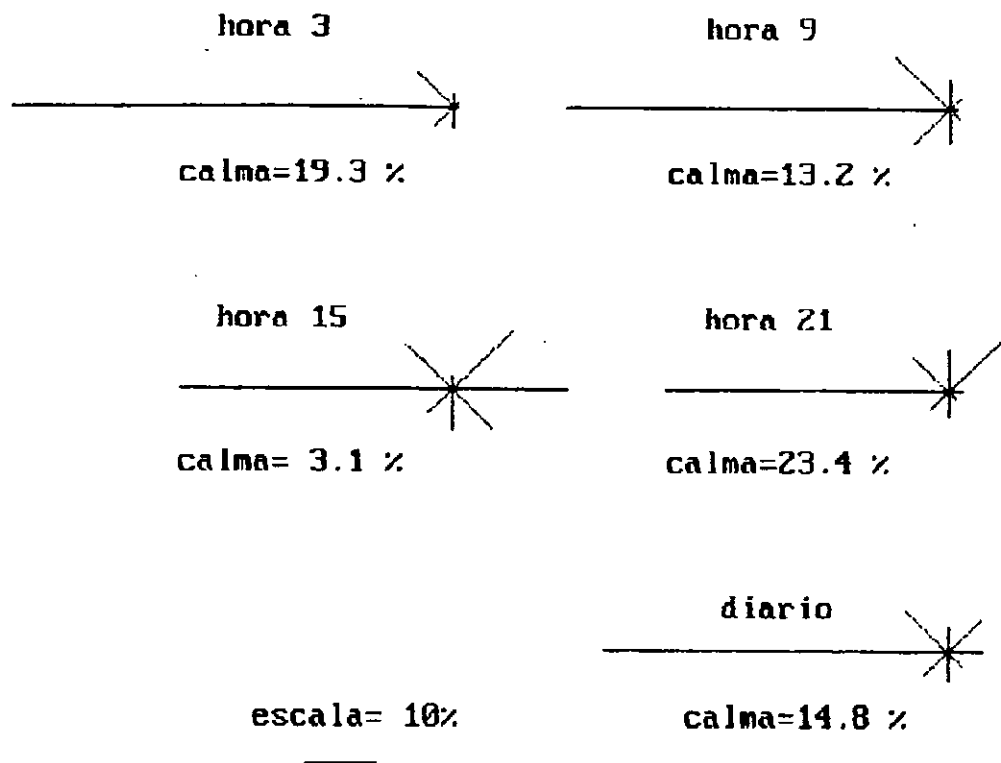


FIGURA 1.8

ESTACION COMODORO RIVADAVIA - VERANO - DECADA 1975-1984

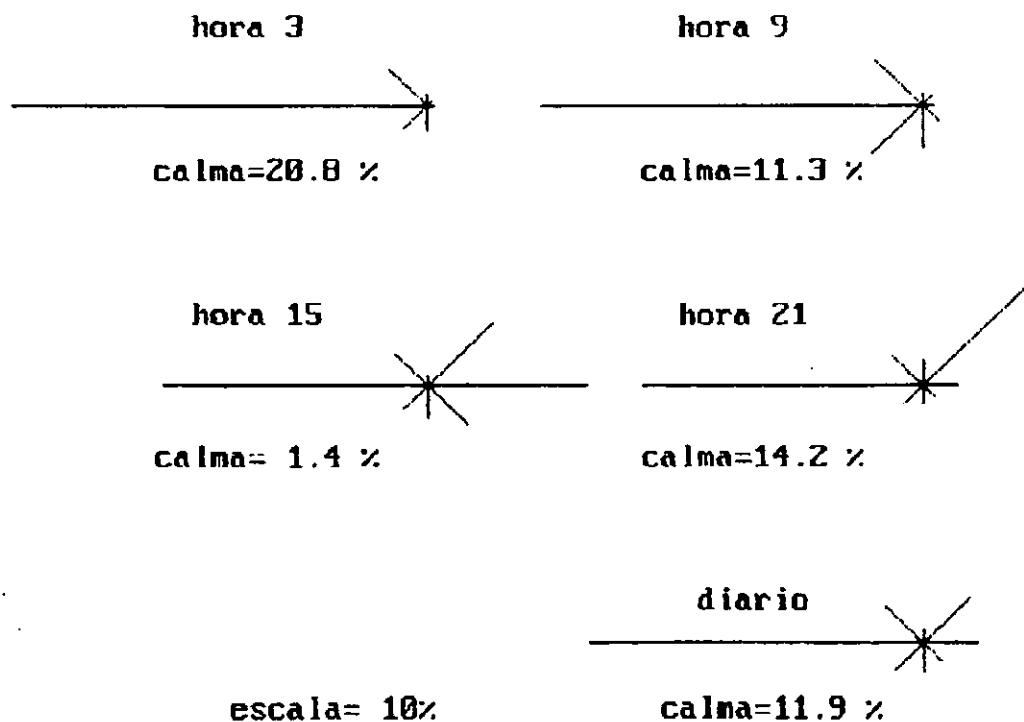


FIGURA 1.9
ESTACION COMODORO RIVADAVIA - OTOÑO - DECADA 1975-1984

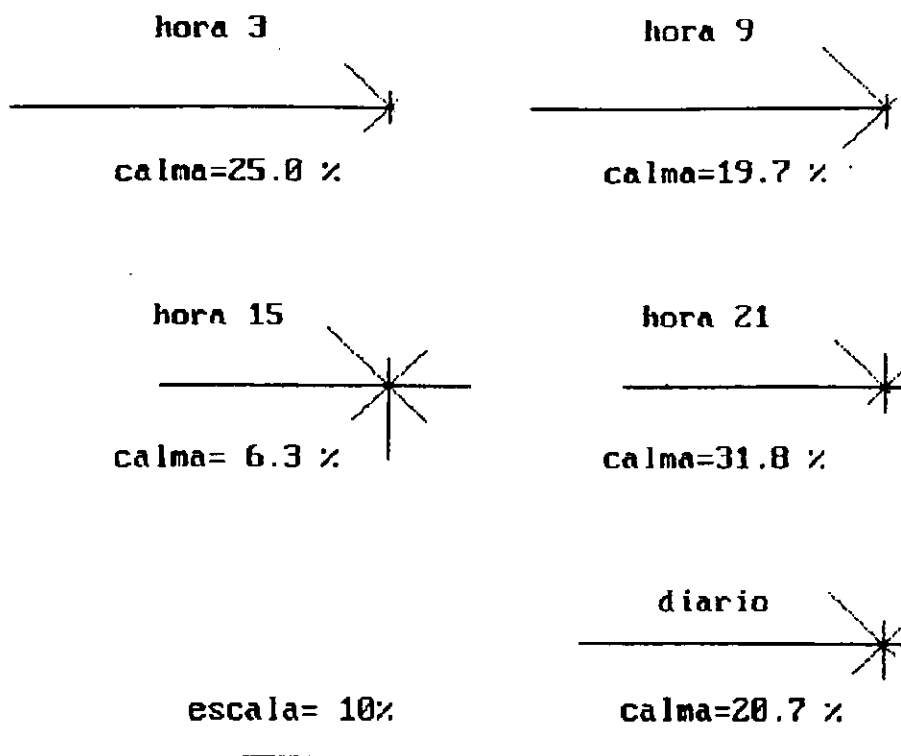


FIGURA 1.10
ESTACION COMODORO RIVADAVIA - INVIERNO - DECADA 1975-1984

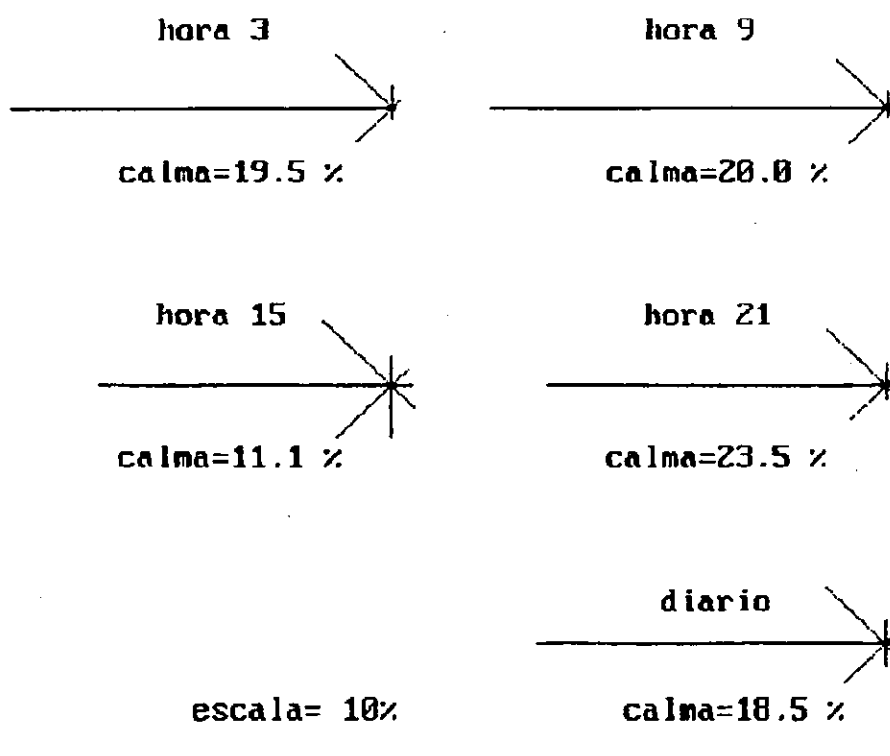


FIGURA 1.11
ESTACION SAN JULIAN - DECADA 1975-1984

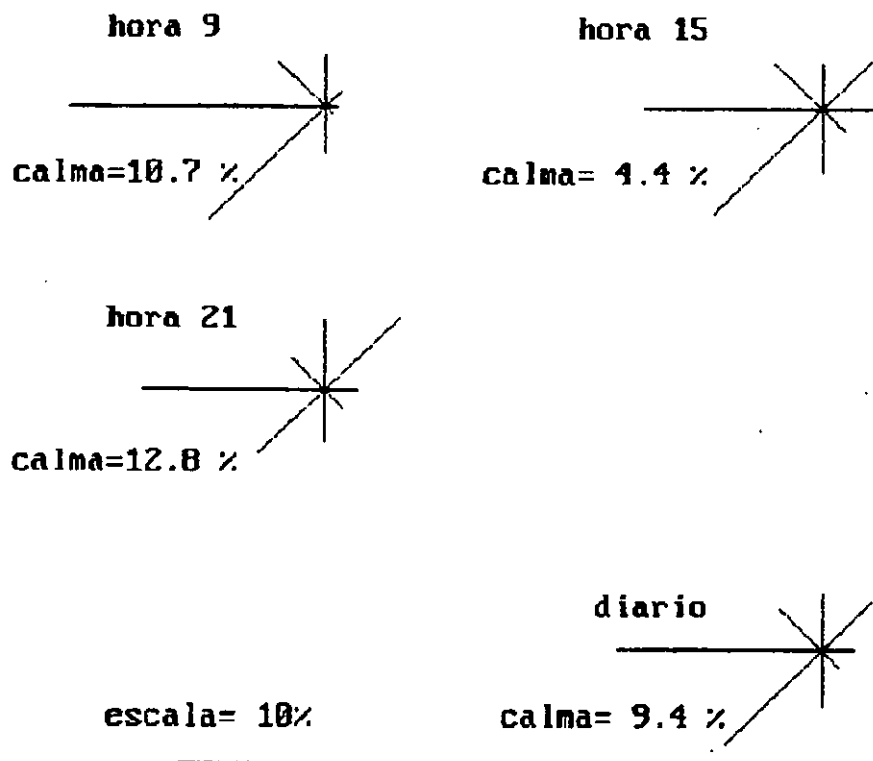


FIGURA 1.12
ESTACION SAN JULIAN - PRIMAVERA - DECADA 1975-1984

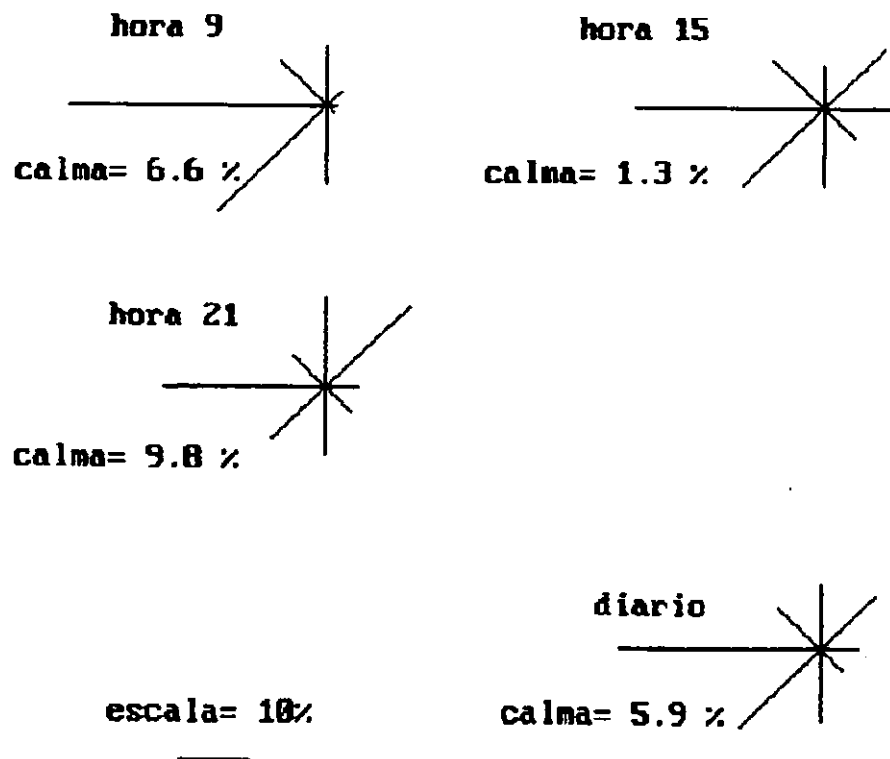


FIGURA 1.13
 ESTACION SAN JULIAN - VERANO - DECADA 1975-1984

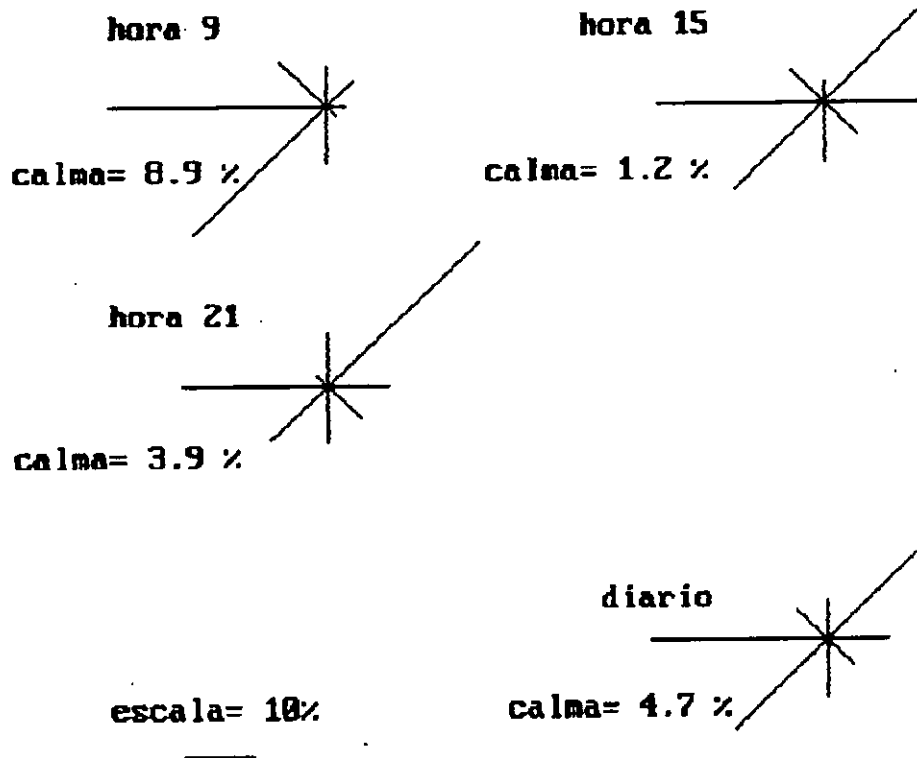


FIGURA 1.14
 ESTACION SAN JULIAN - OTOÑO - DECADA 1975-1984

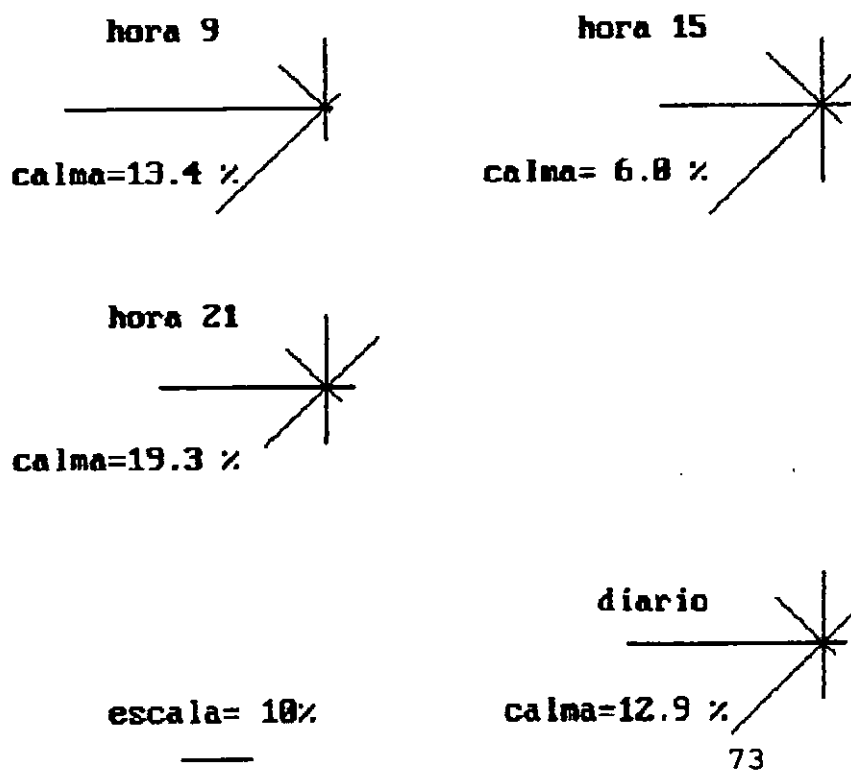


FIGURA 1.15

ESTACION SAN JULIAN - INVIERNO - DECADA 1975-1984

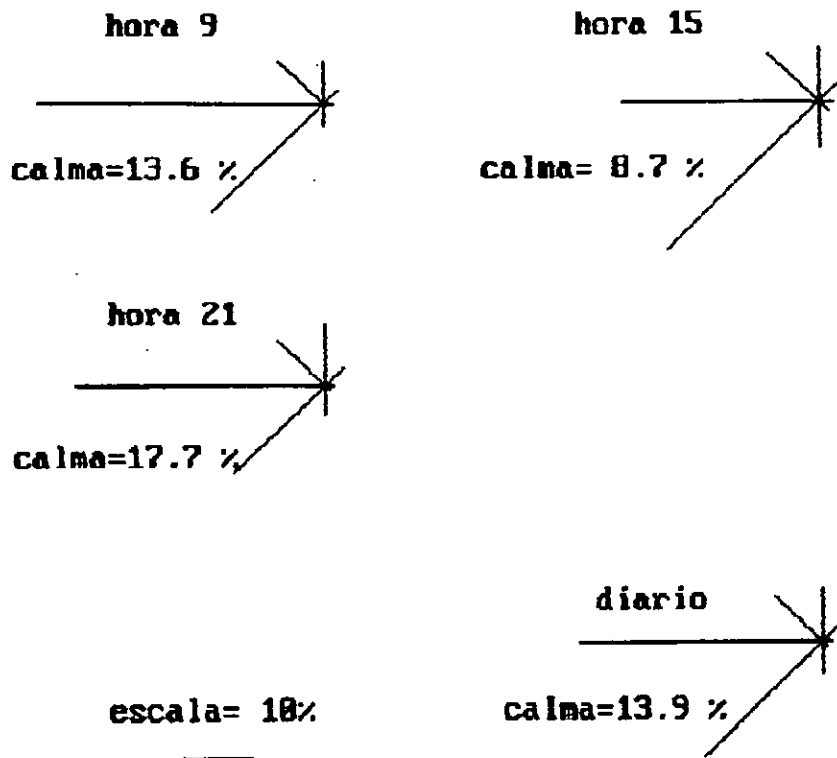


FIGURA 1.16

ESTACION PUERTO DESEADO - DECADA 1975-1984

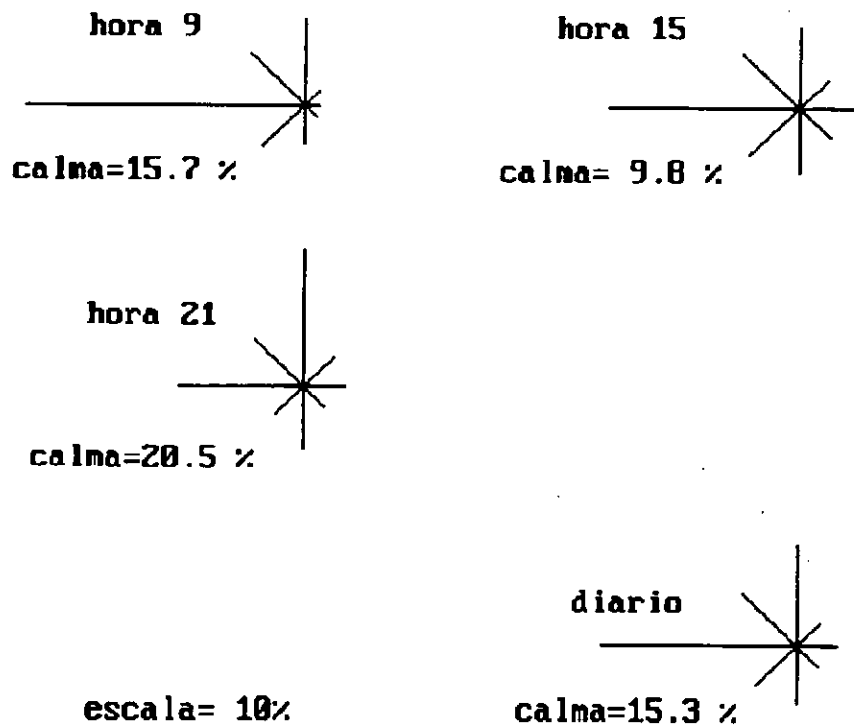


FIGURA 1.17
 ESTACION PUERTO DESEADO - PRIMAVERA - DECADA 1975-1984

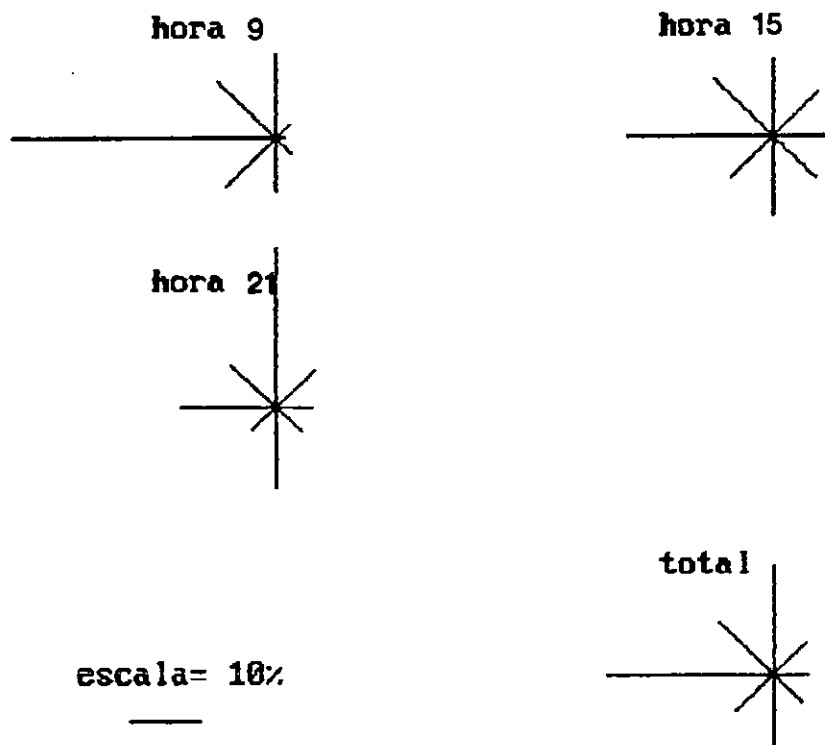


FIGURA 1.18
 ESTACION PUERTO DESEADO - VERANO - DECADA 1975-1984

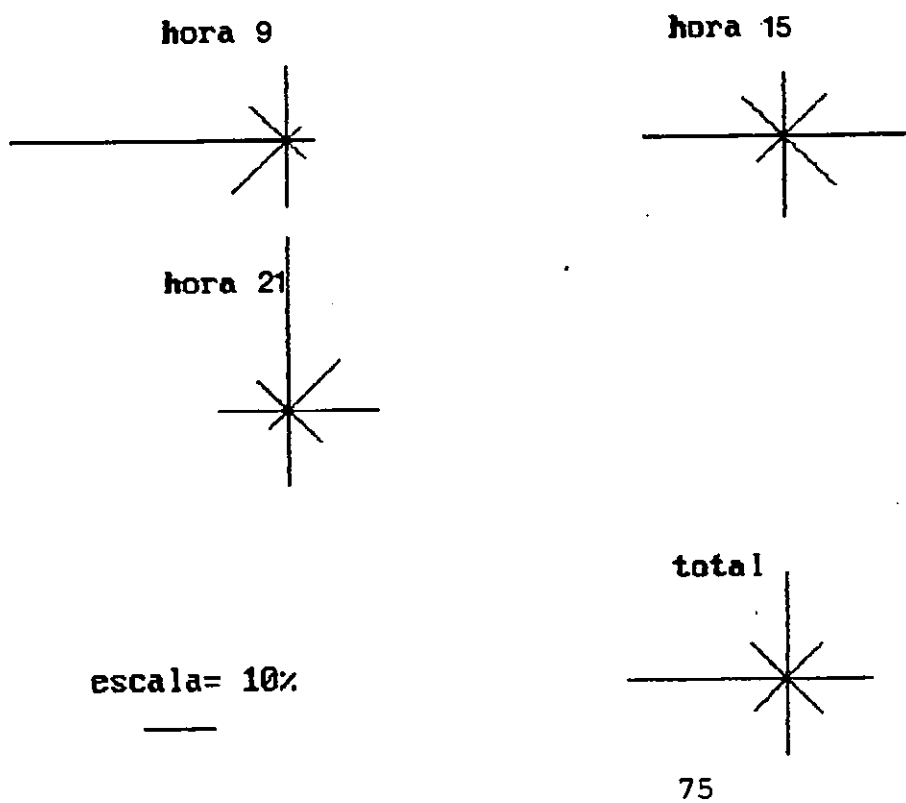


FIGURA 1.19

ESTACION PUERTO DESEADO - OTOÑO - DECADA 1975-1984

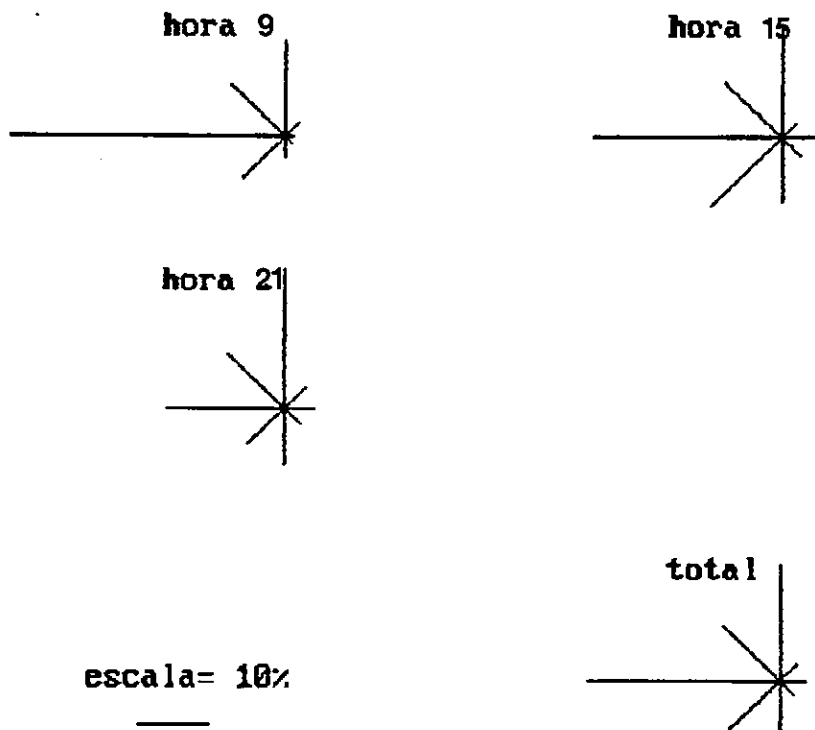


FIGURA 1.20

ESTACION PUERTO DESEADO - INVIERNO - DECADA 1975-1984

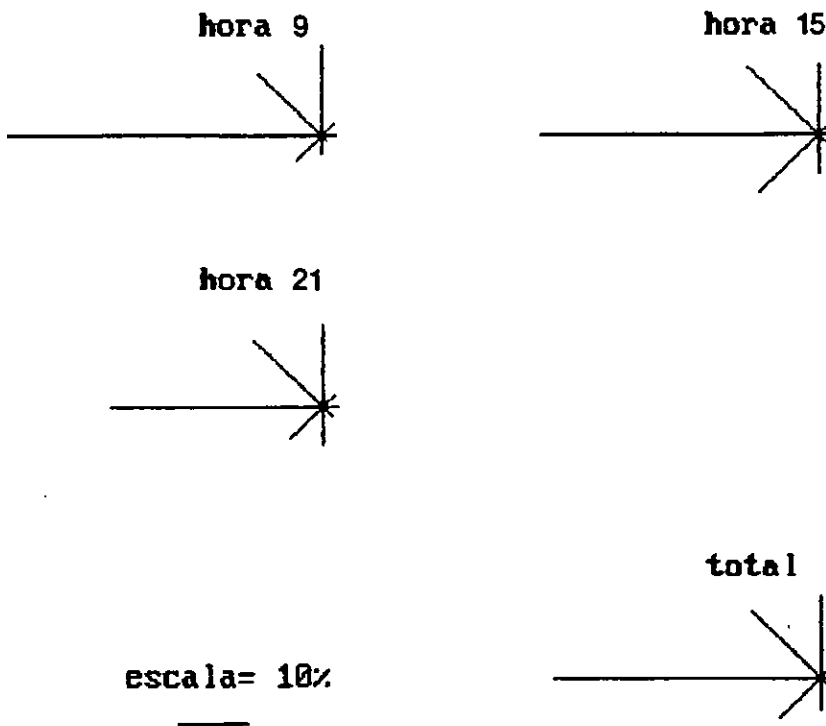


FIGURA 1.21
ESTACION GOBERNADOR GREGORES - DECADA 1975-1984

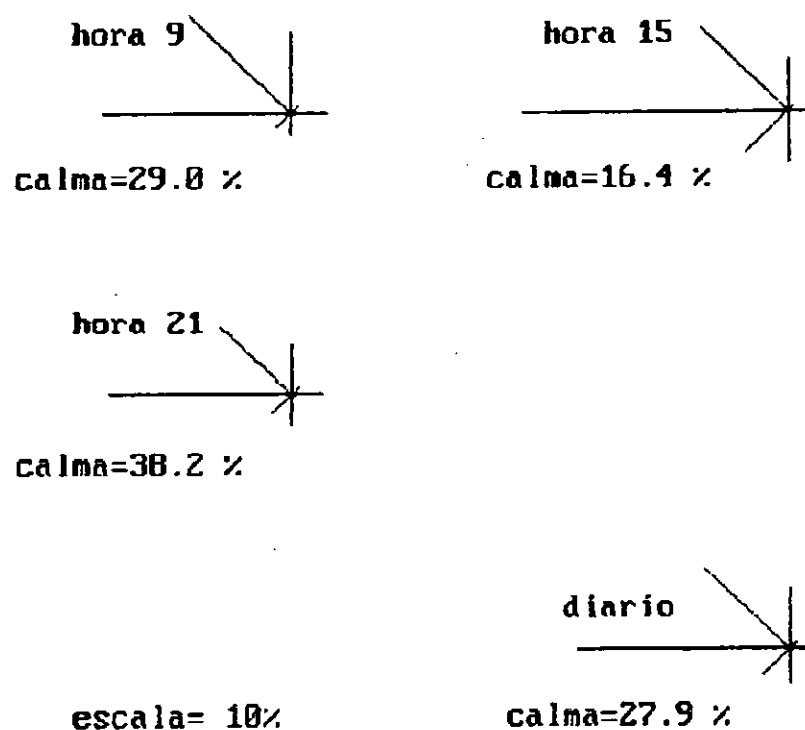


FIGURA 1.22
ESTACION GOBERNADOR GREGORES - PRIMAVERA - DECADA 1975-1984

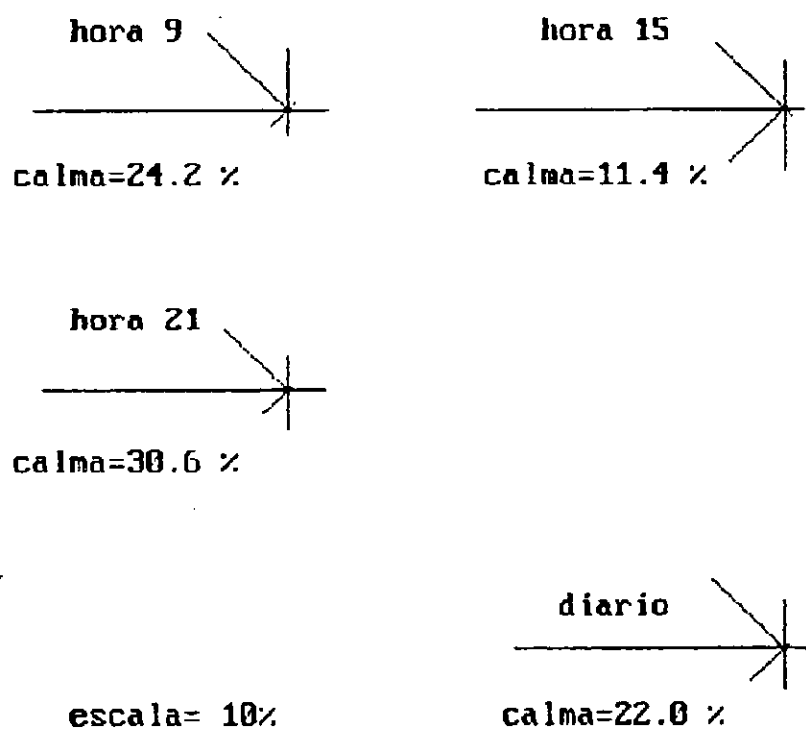


FIGURA 1.23

ESTACION GOBERNADOR GREGORES - VERANO - DECADA 1975-1984

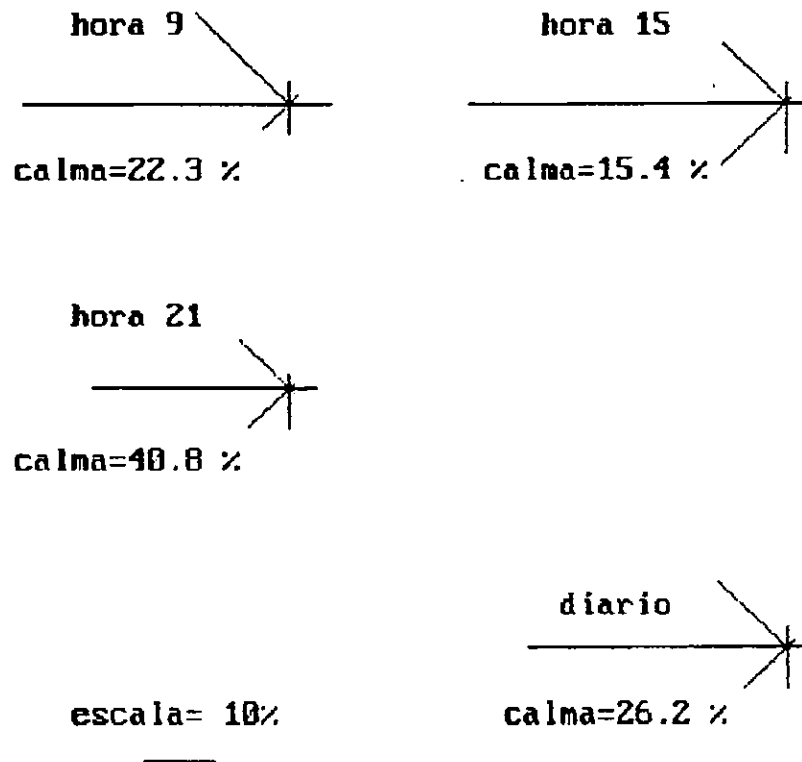


FIGURA 1.24

ESTACION GOBERNADOR GREGORES - OTOÑO - DECADA 1975-1984

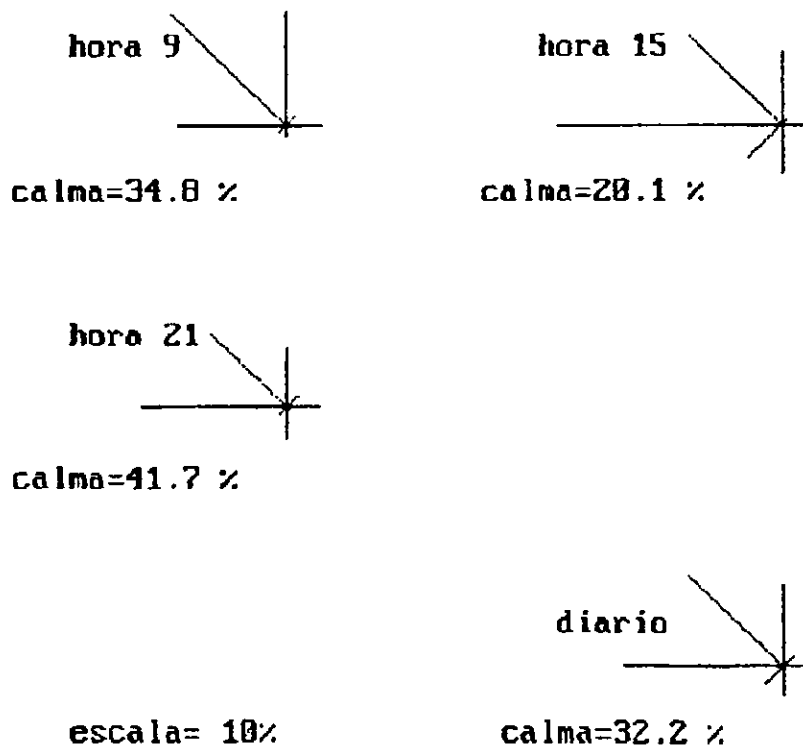


FIGURA 1.25
ESTACION GOBERNADOR GREGORES - INVIERNO - DECADA 1975-1984

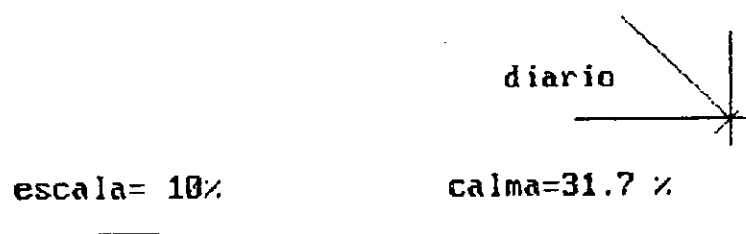
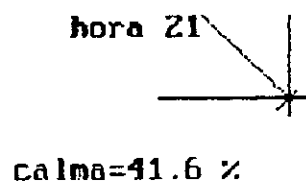
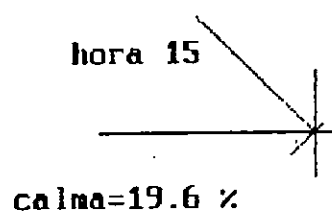
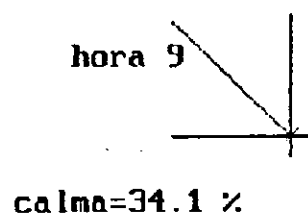


FOTO 1



HFF

11-11-81

13-03-91

13-03-91

FOTO 3

48

FOTO 4

SMN HRPT

NOAA-11C

14-AGO-91

48

FOTO 5

HRPT

NOAA-11(VIS)

14-AGO-91

18:54 UTC

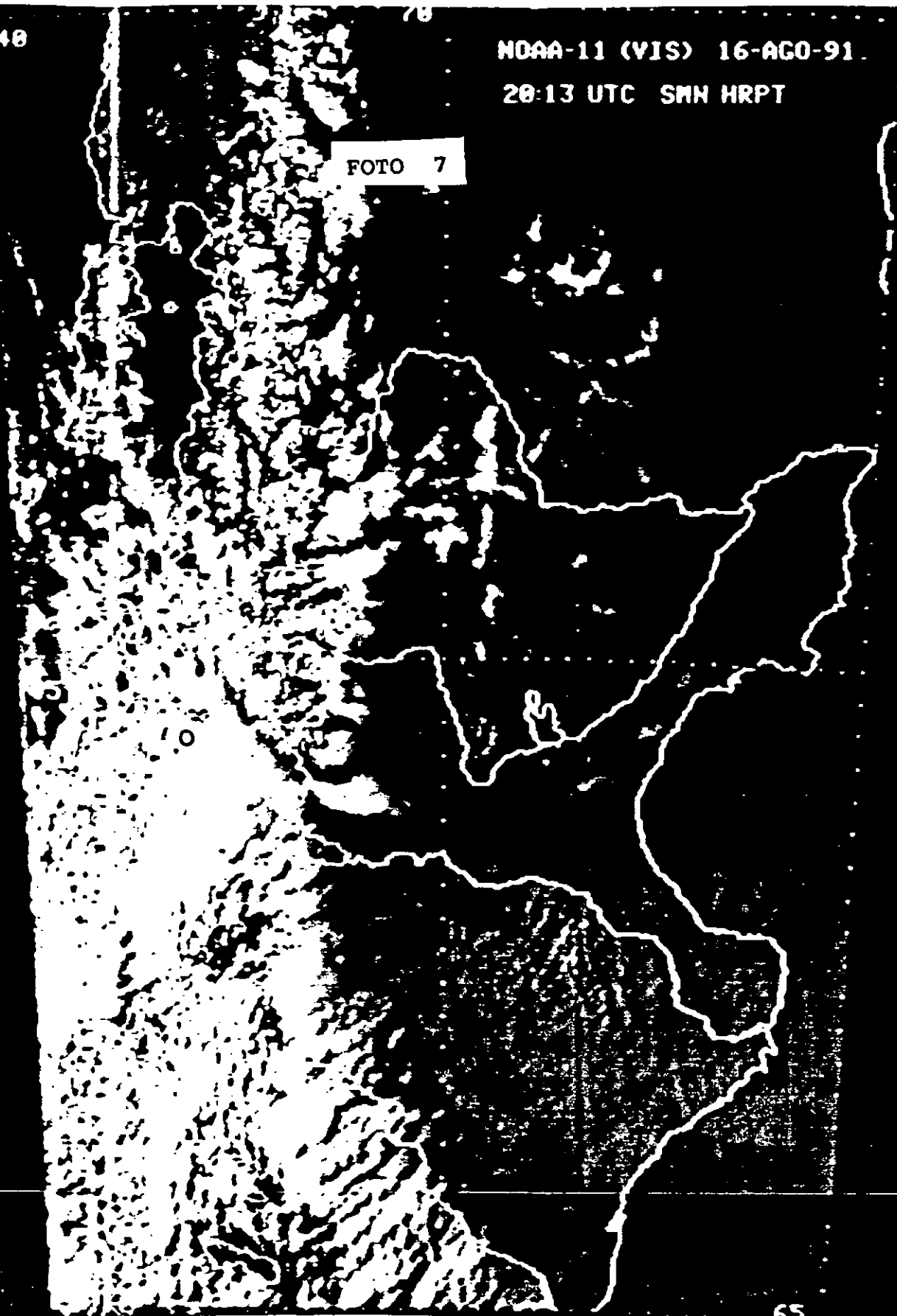
FOTO 6



NOAA-11 (VIS) 16-AGO-91

20:13 UTC SMN HRPT

FOTO 7



48

70

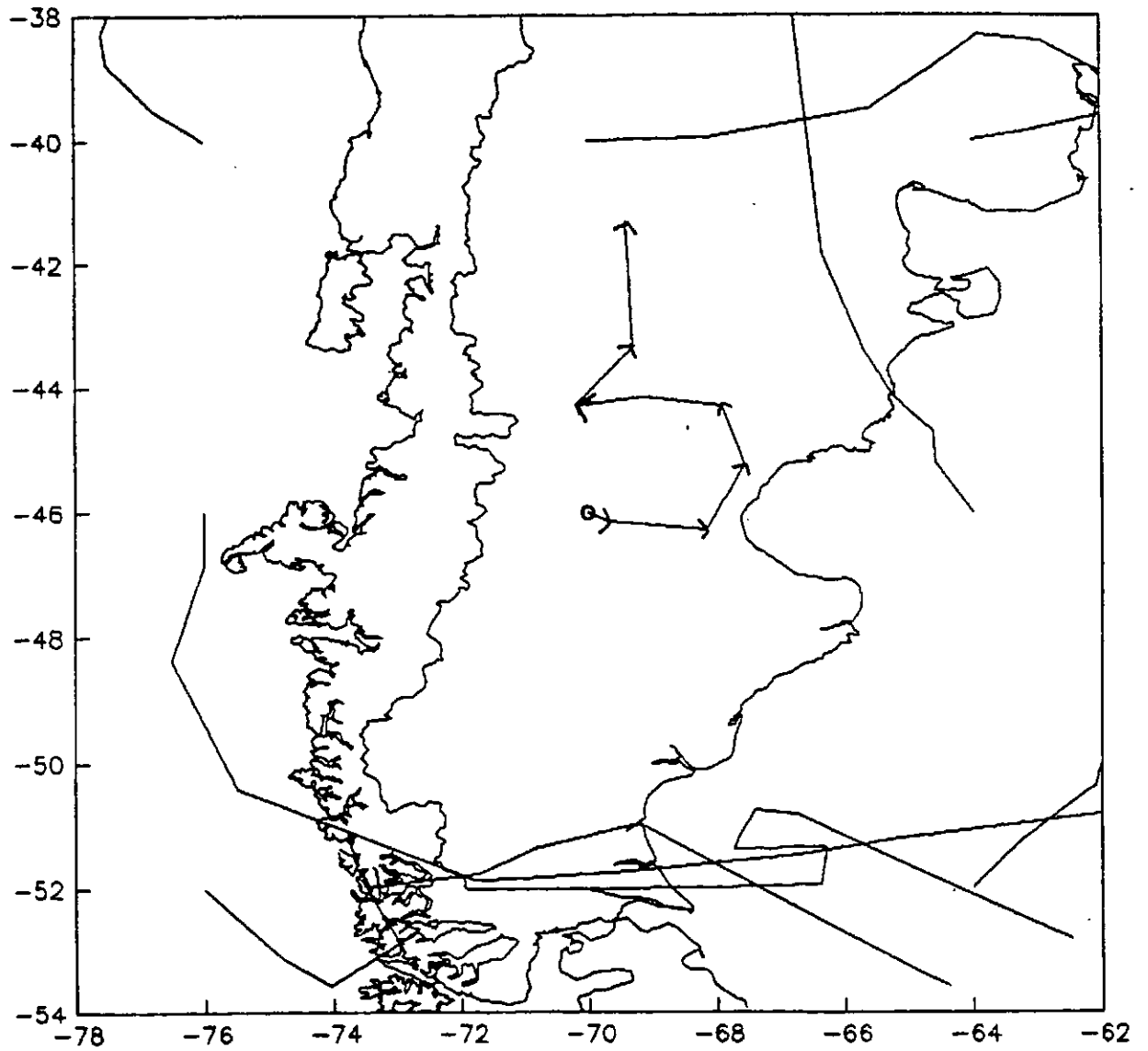
NOAA 11 (IR) 16-AGO-91
20:13 UTC SMN HRPT

FOTO 8



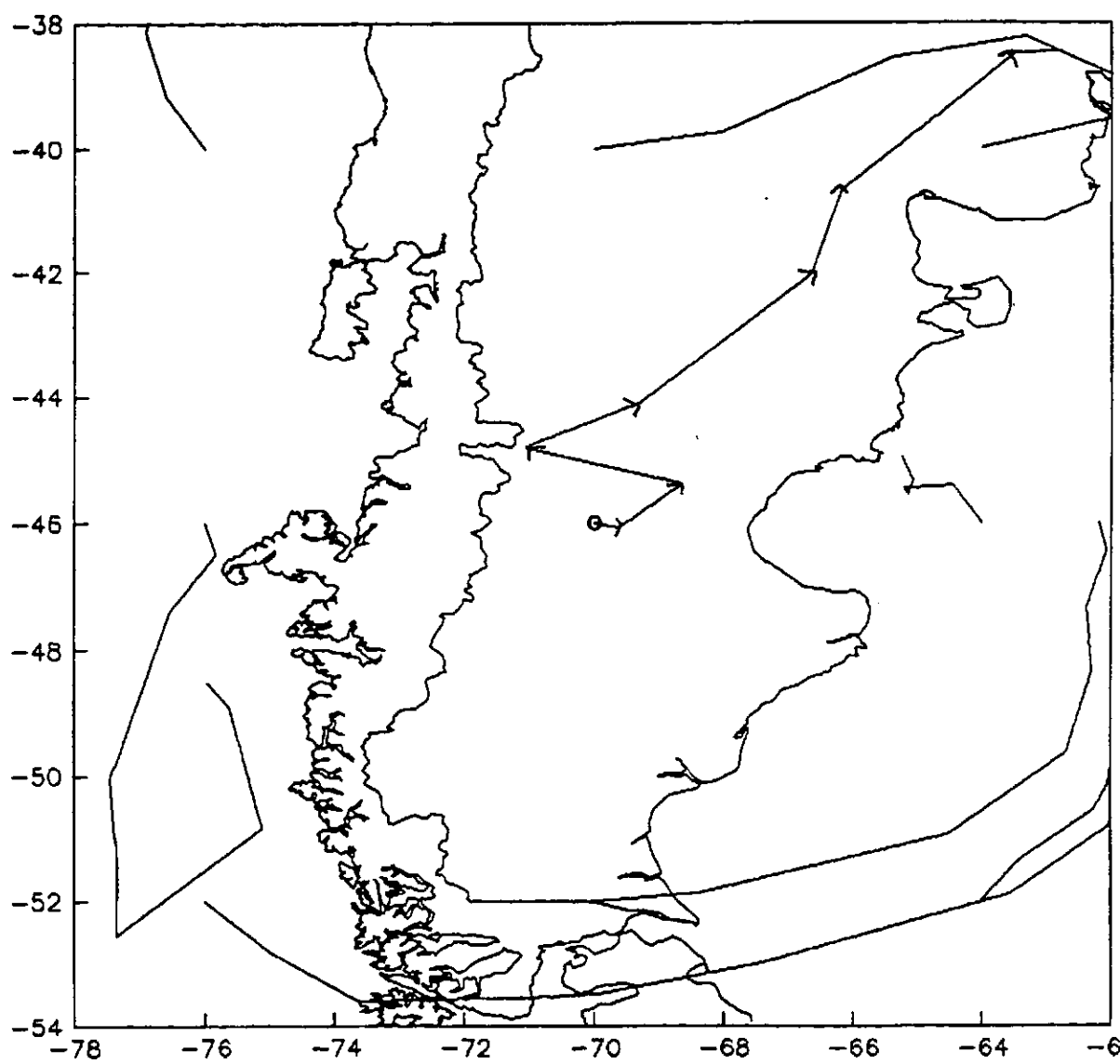
MAPA 1

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 500 m. 8/8/91



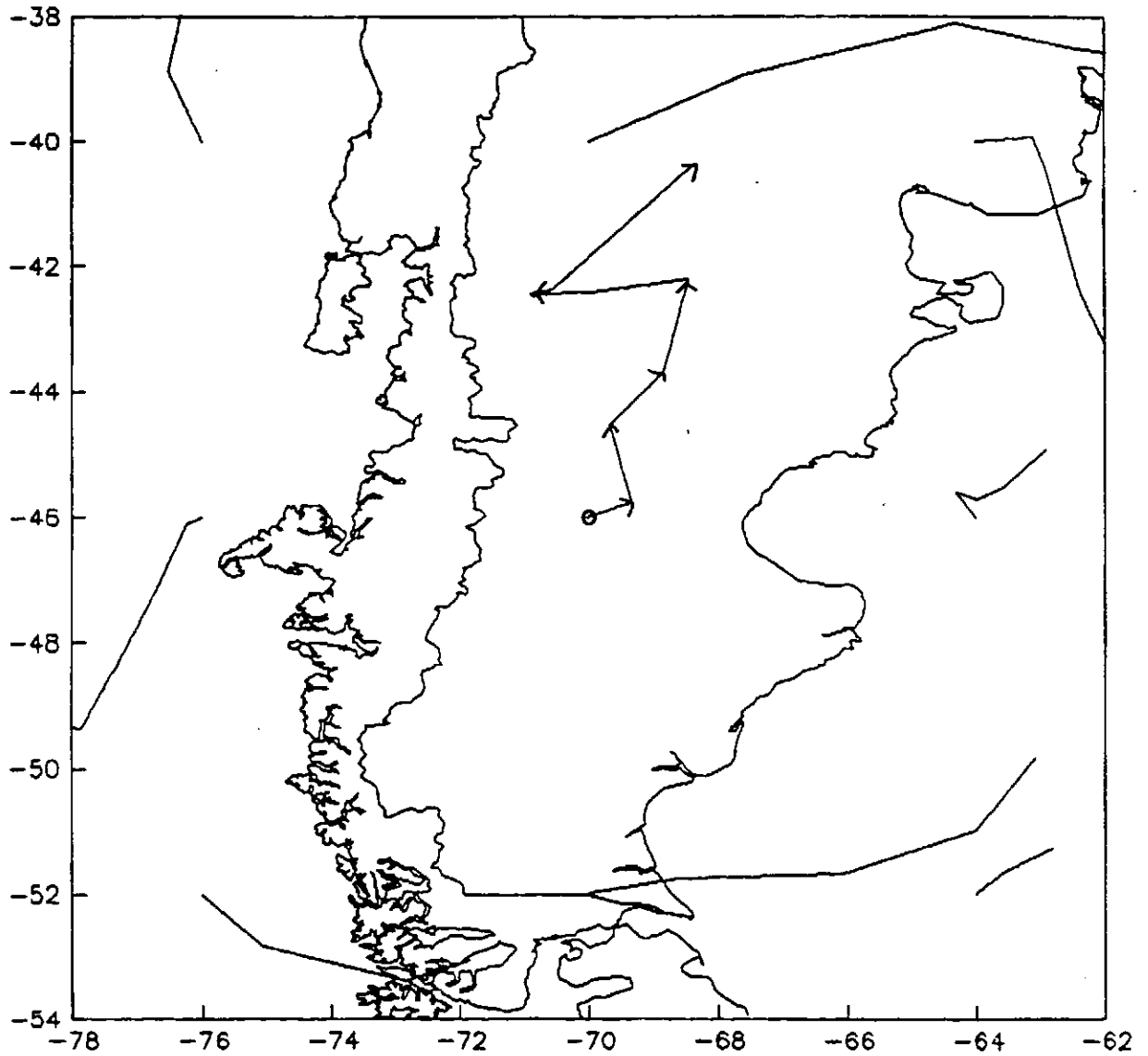
MAPA 2

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 2000 m. 8/8/91



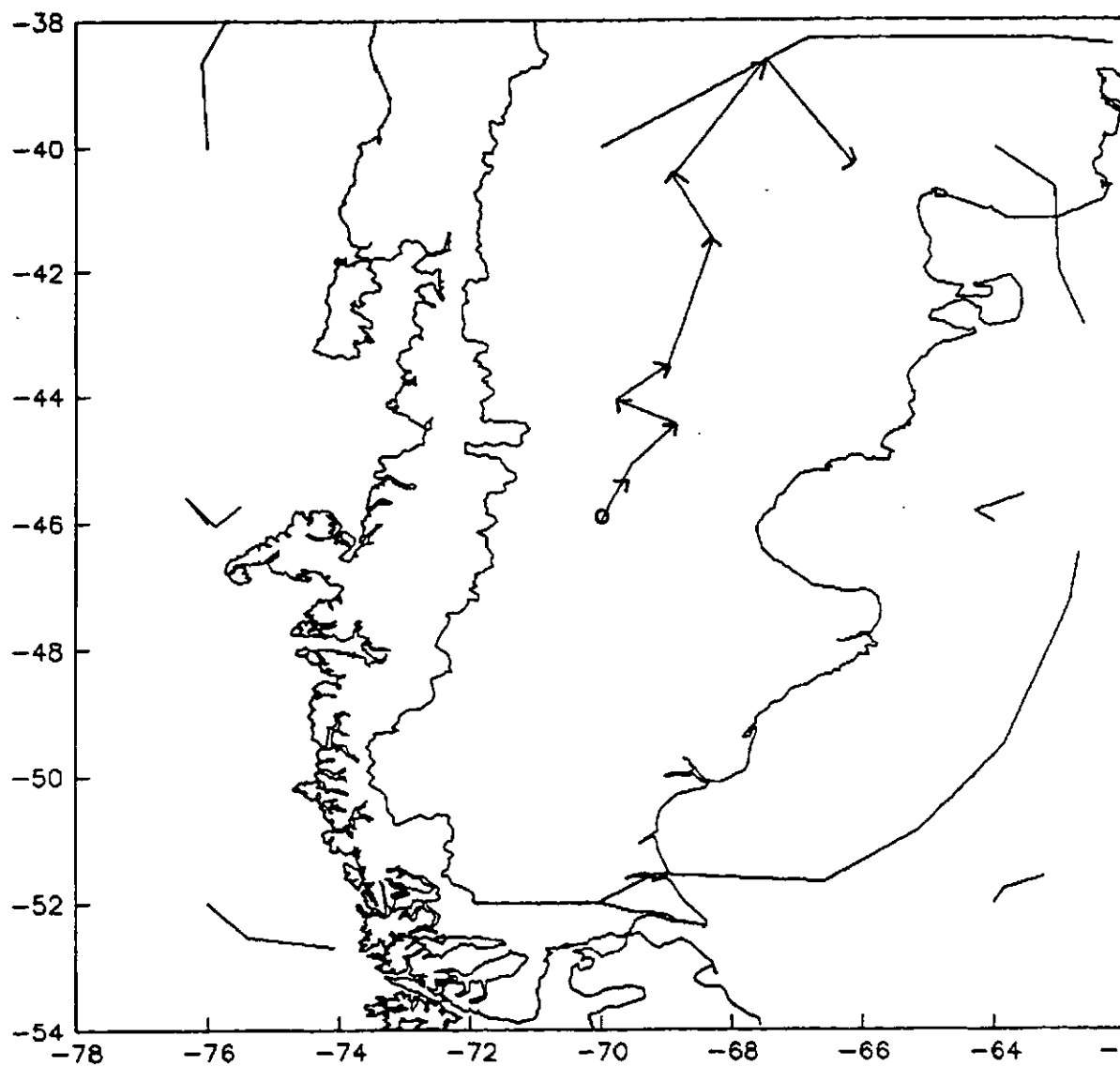
MAPA 3

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 4000 m. 8/8/91



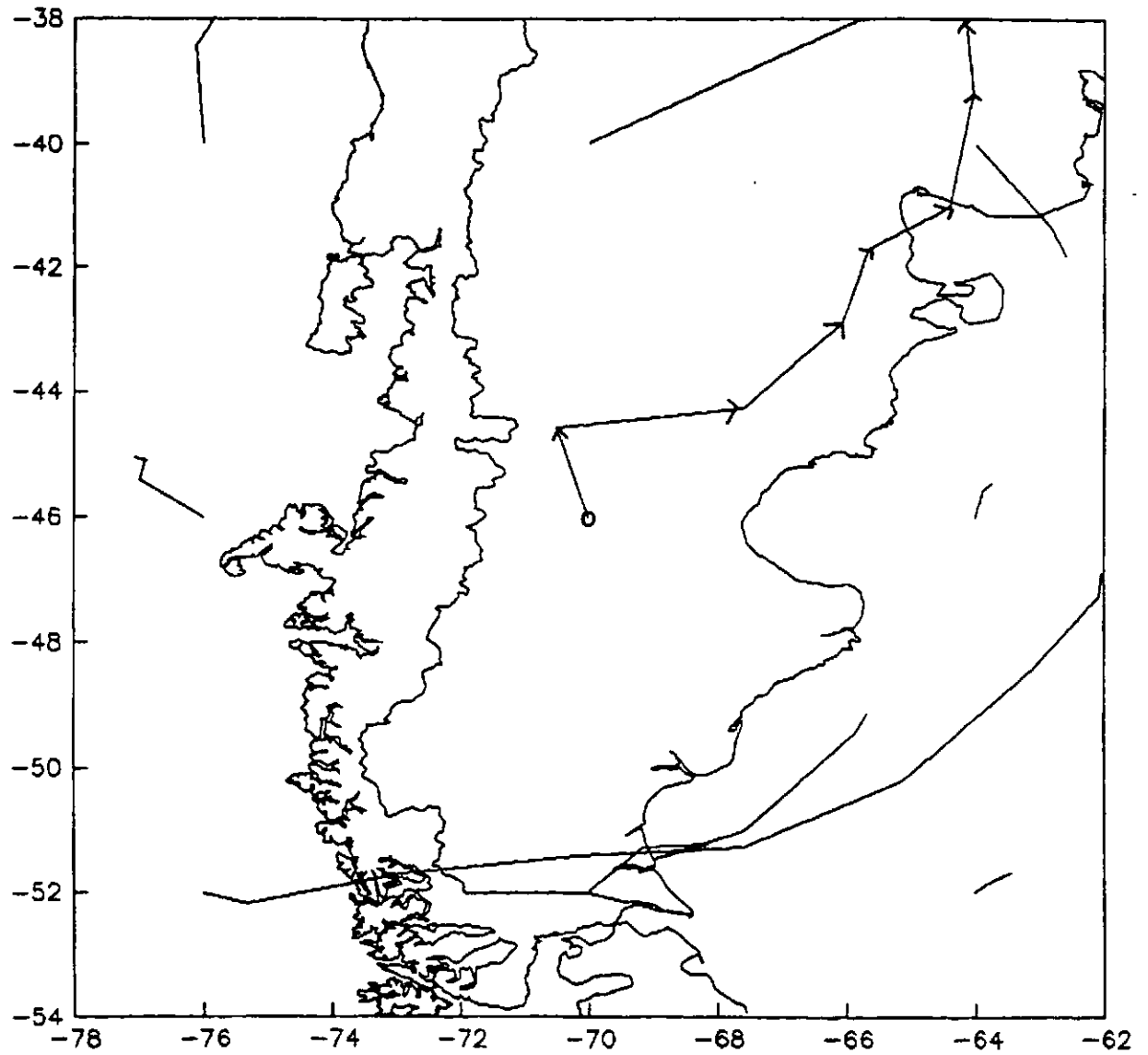
MAPA 4

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 6000 m. 8/8/91



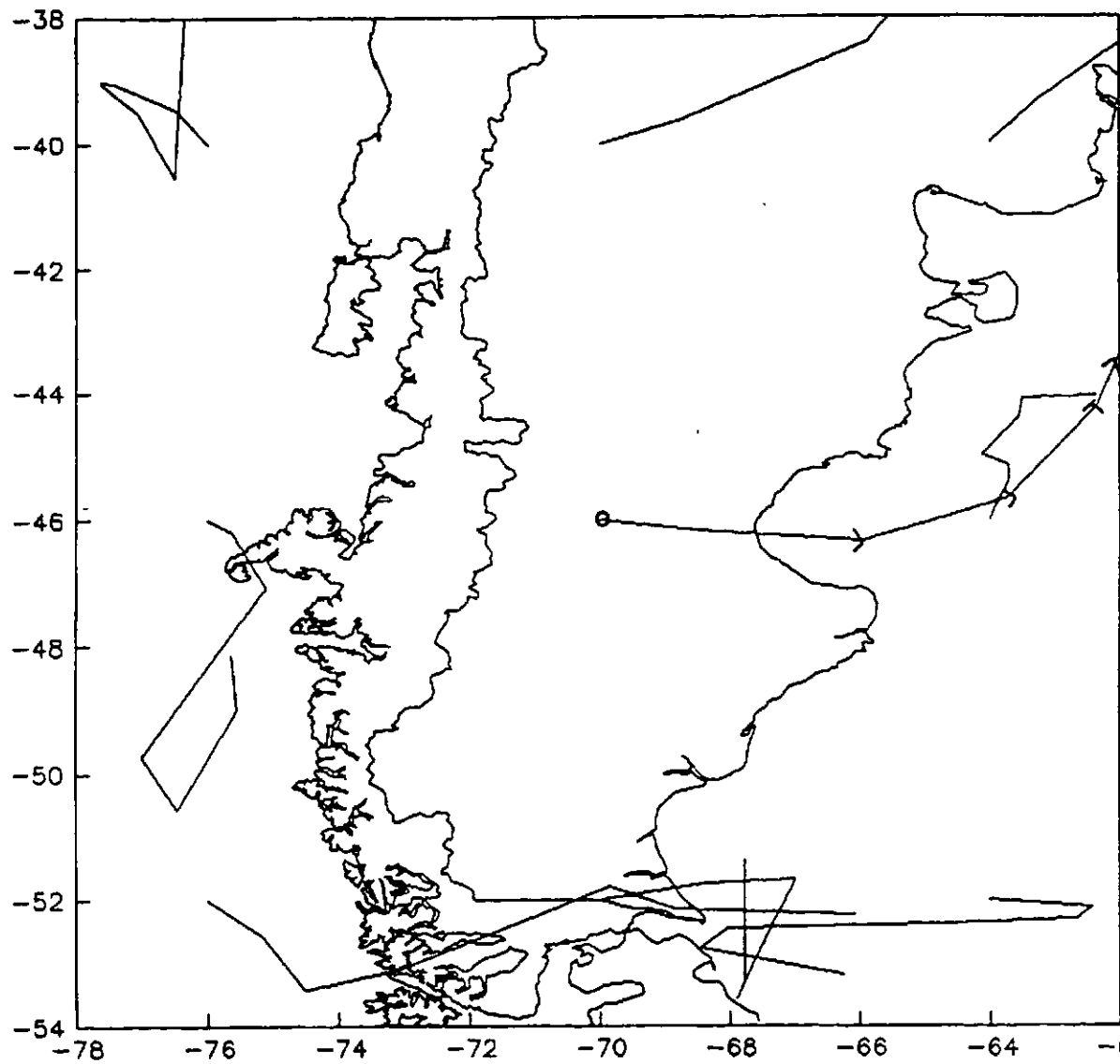
MAPA 5

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 8000 m. 8/8/91



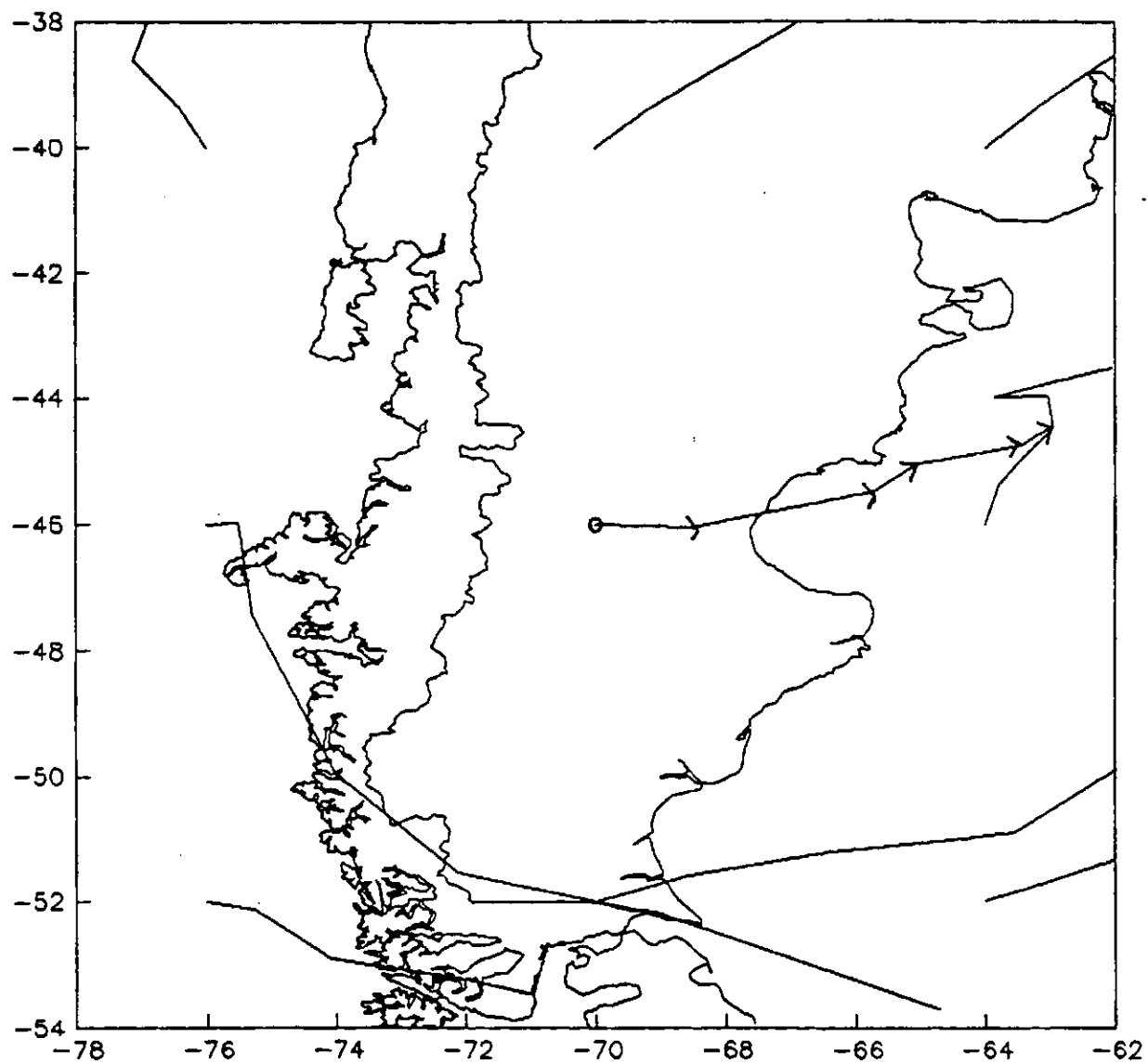
MAPA 6

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 500 m. 9/8/91



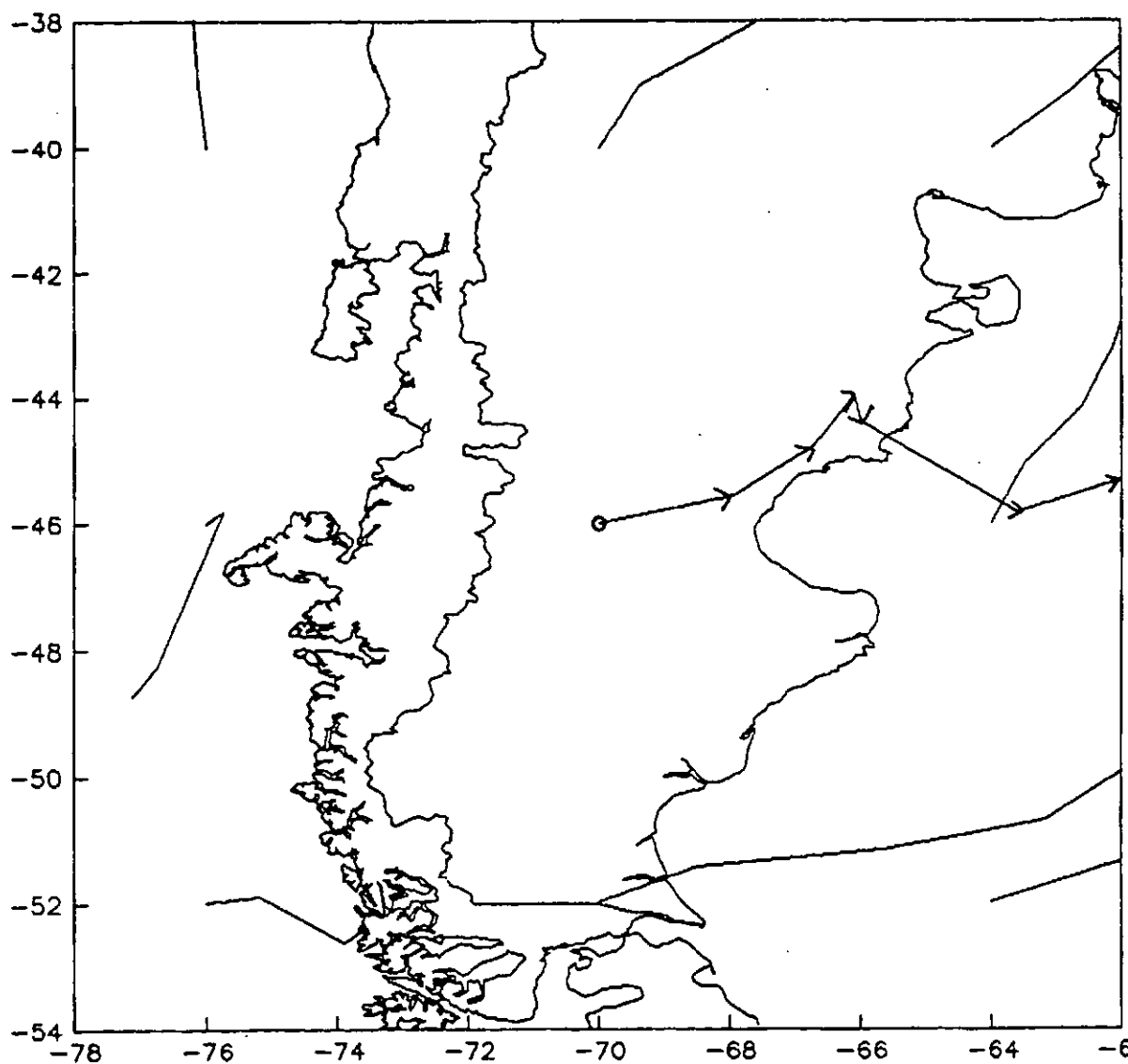
MAPA 7

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 2000 m. 9/8/91



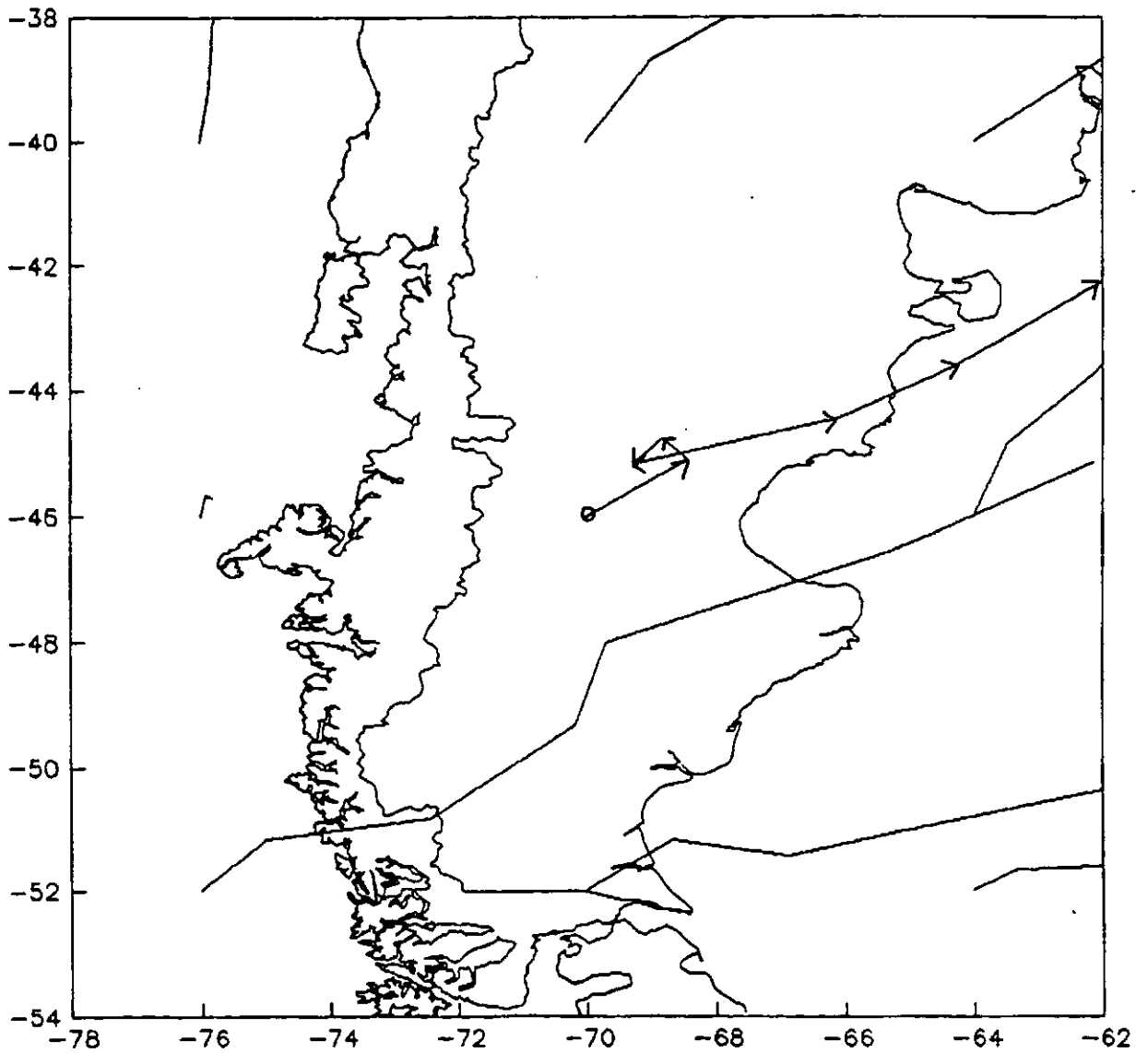
MAPA 8

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 4000 m. 9/8/91



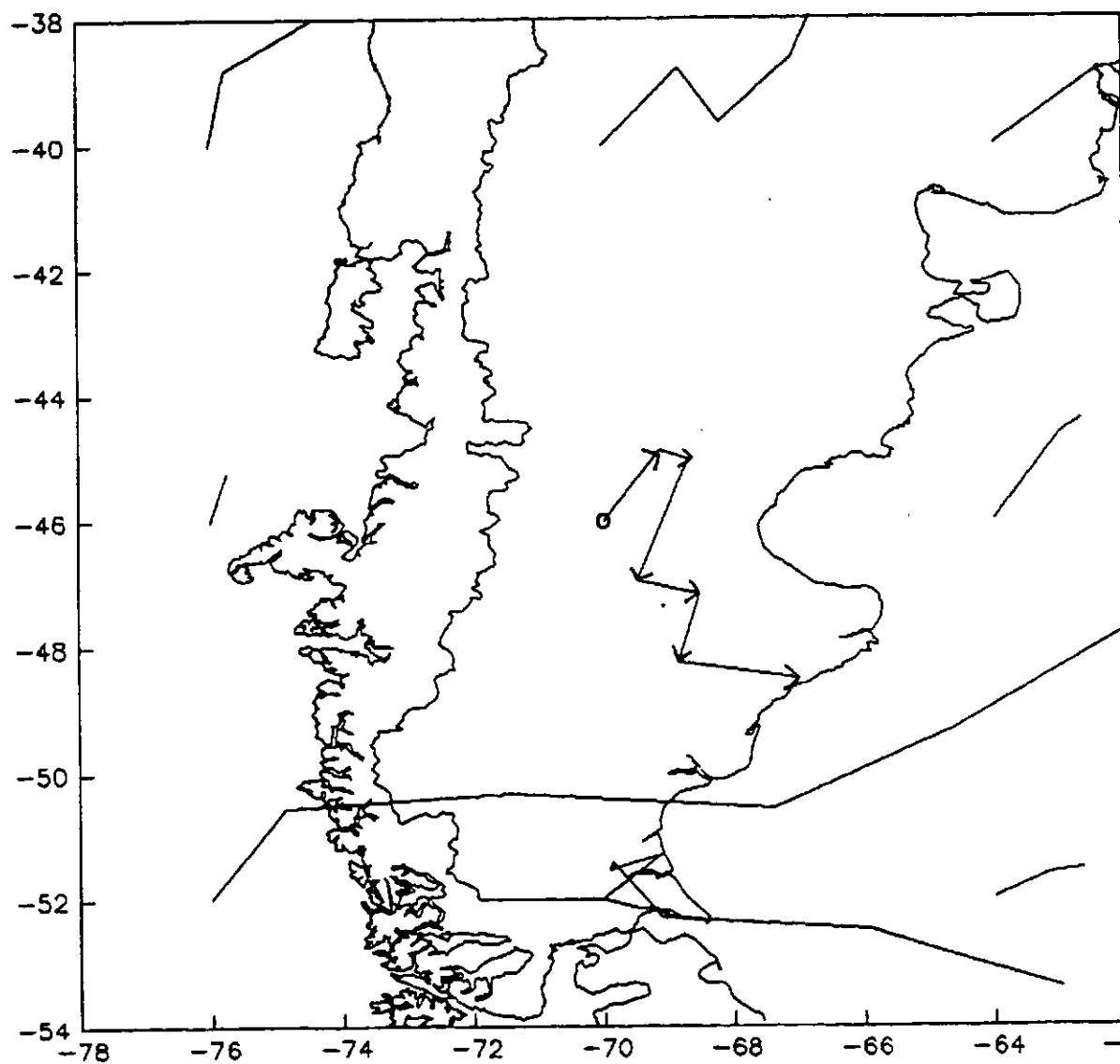
MAPA 9

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 6000 m. 9/8/91



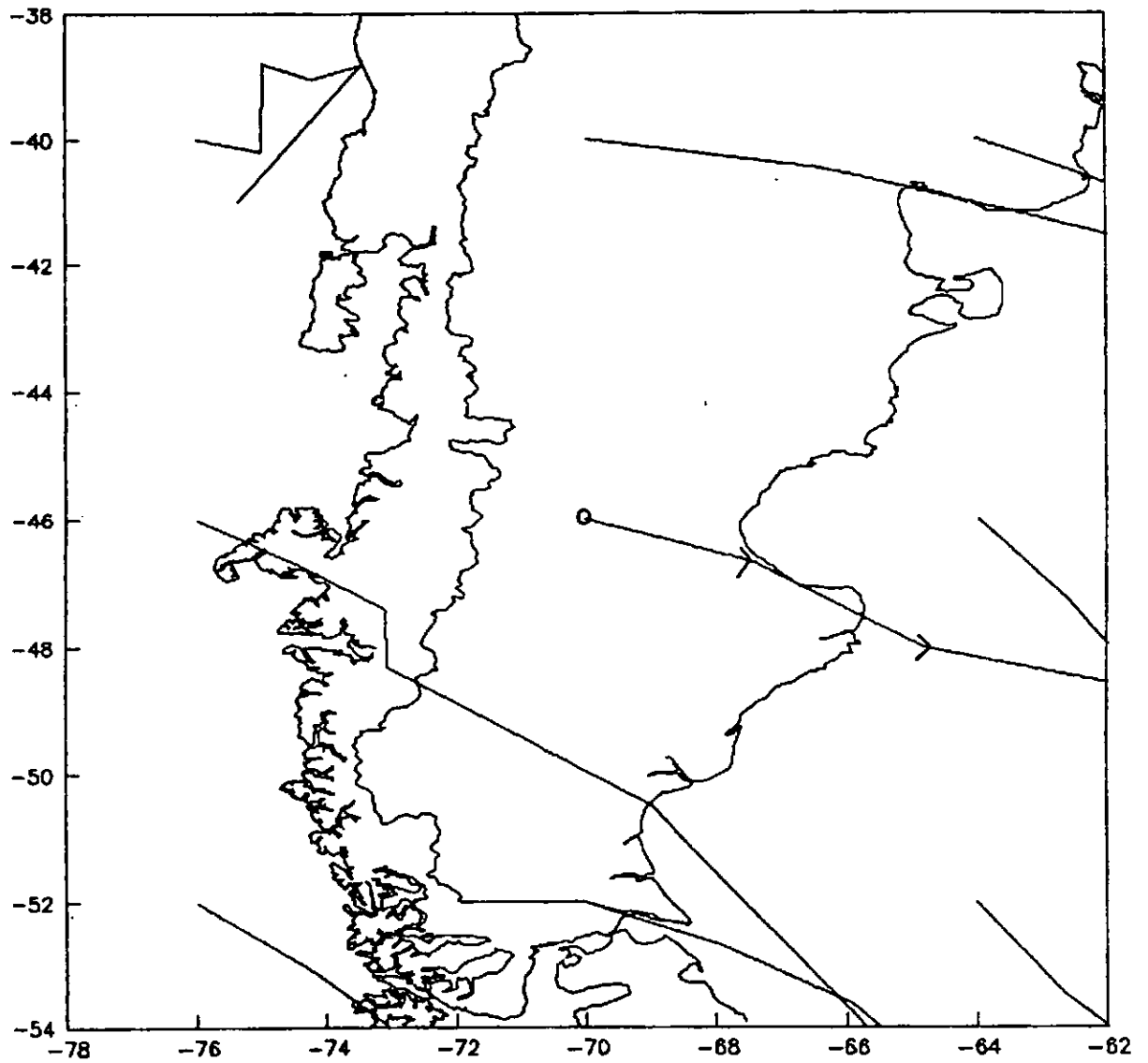
MAPA 10

TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 8000 m. 9/8/91

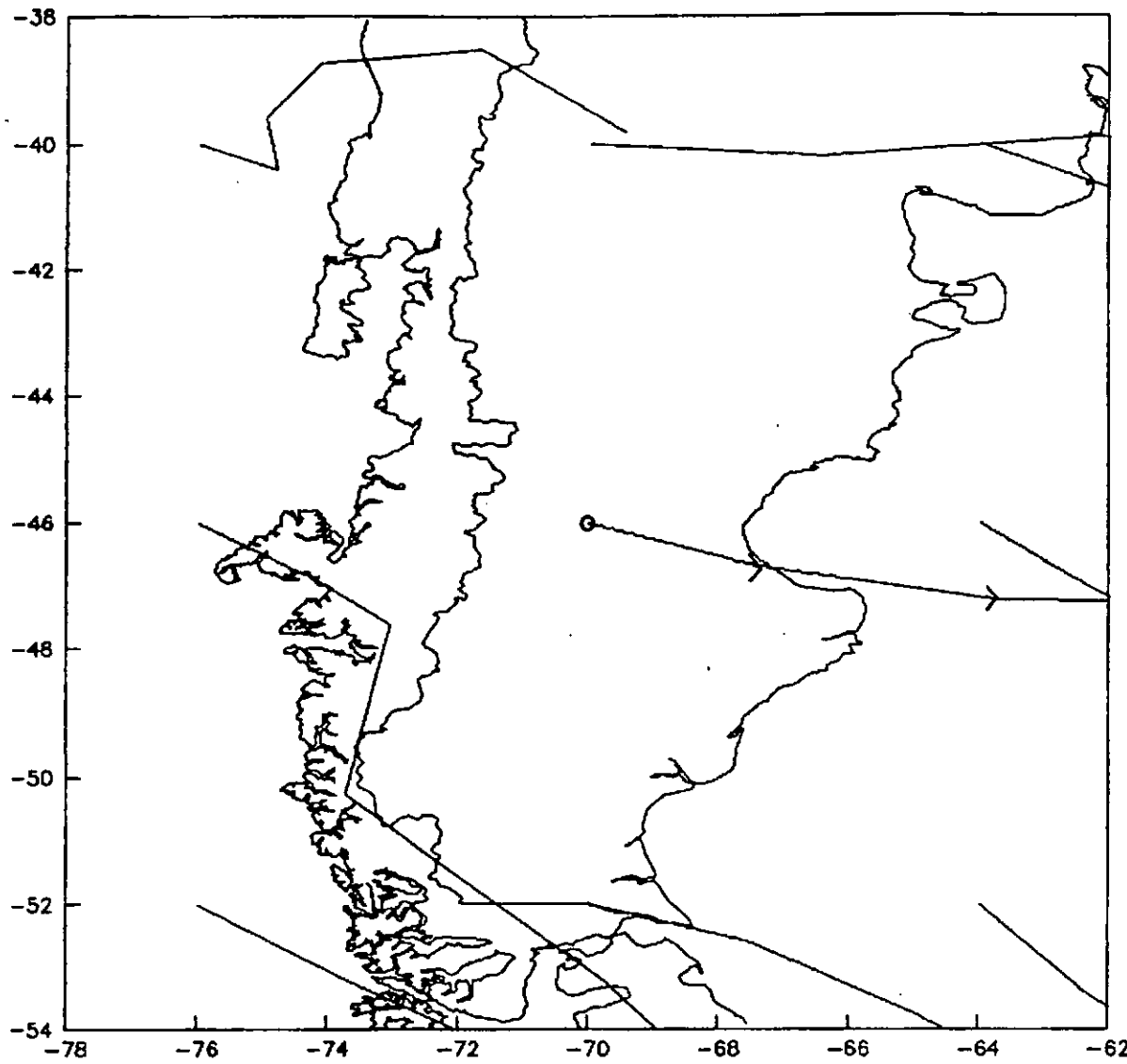


MAPA 11

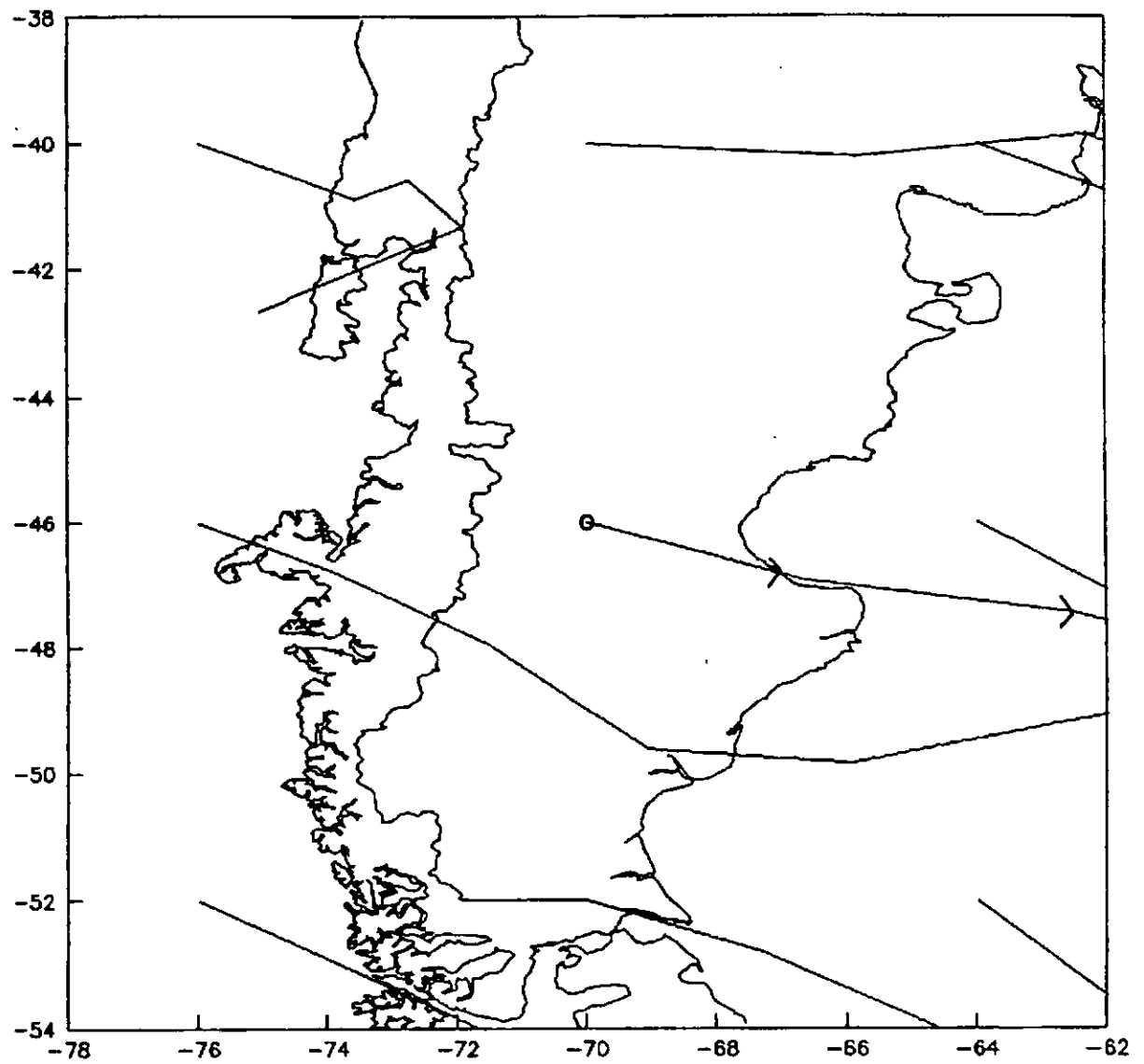
TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 500 m. 13/8/91

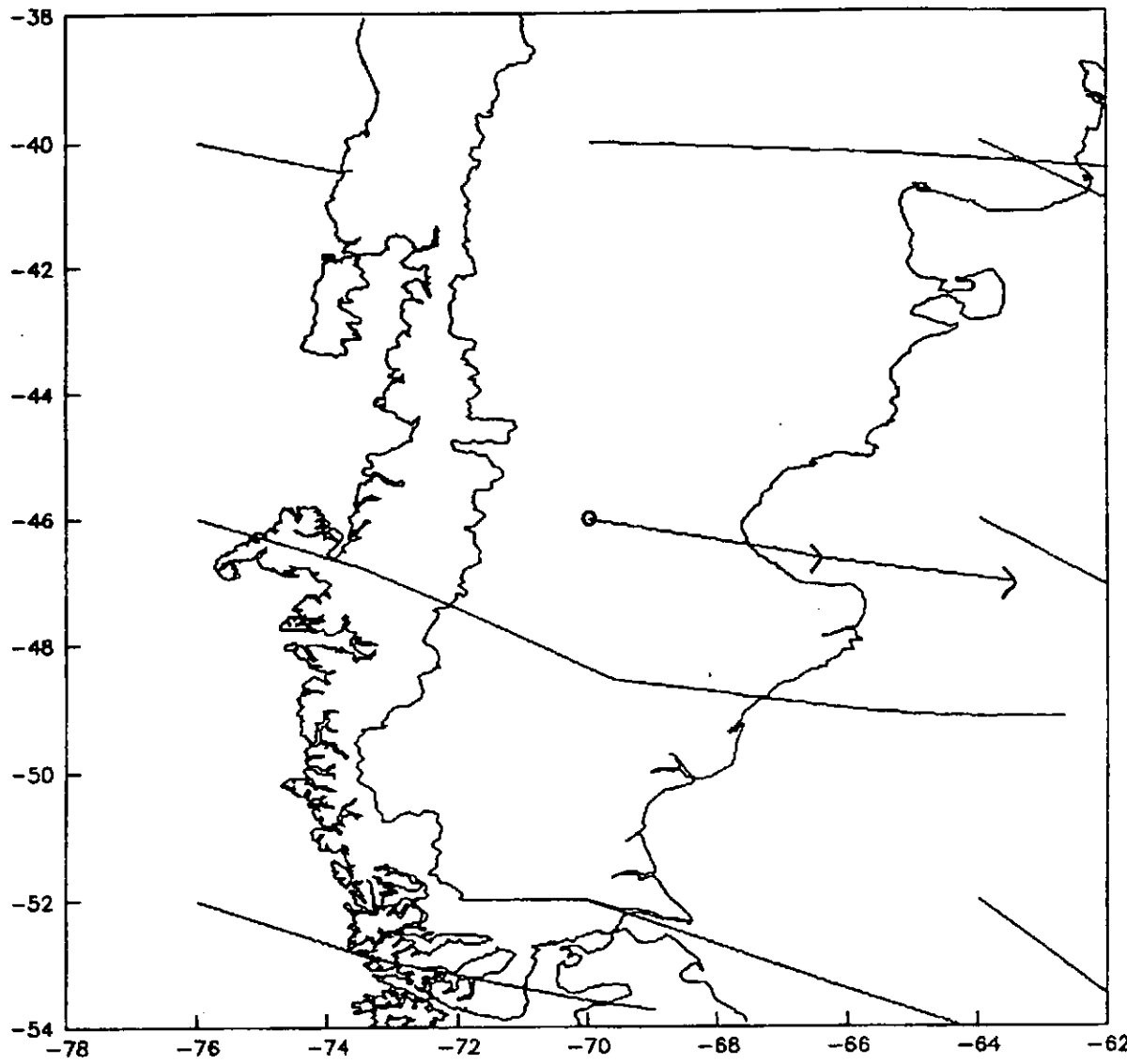


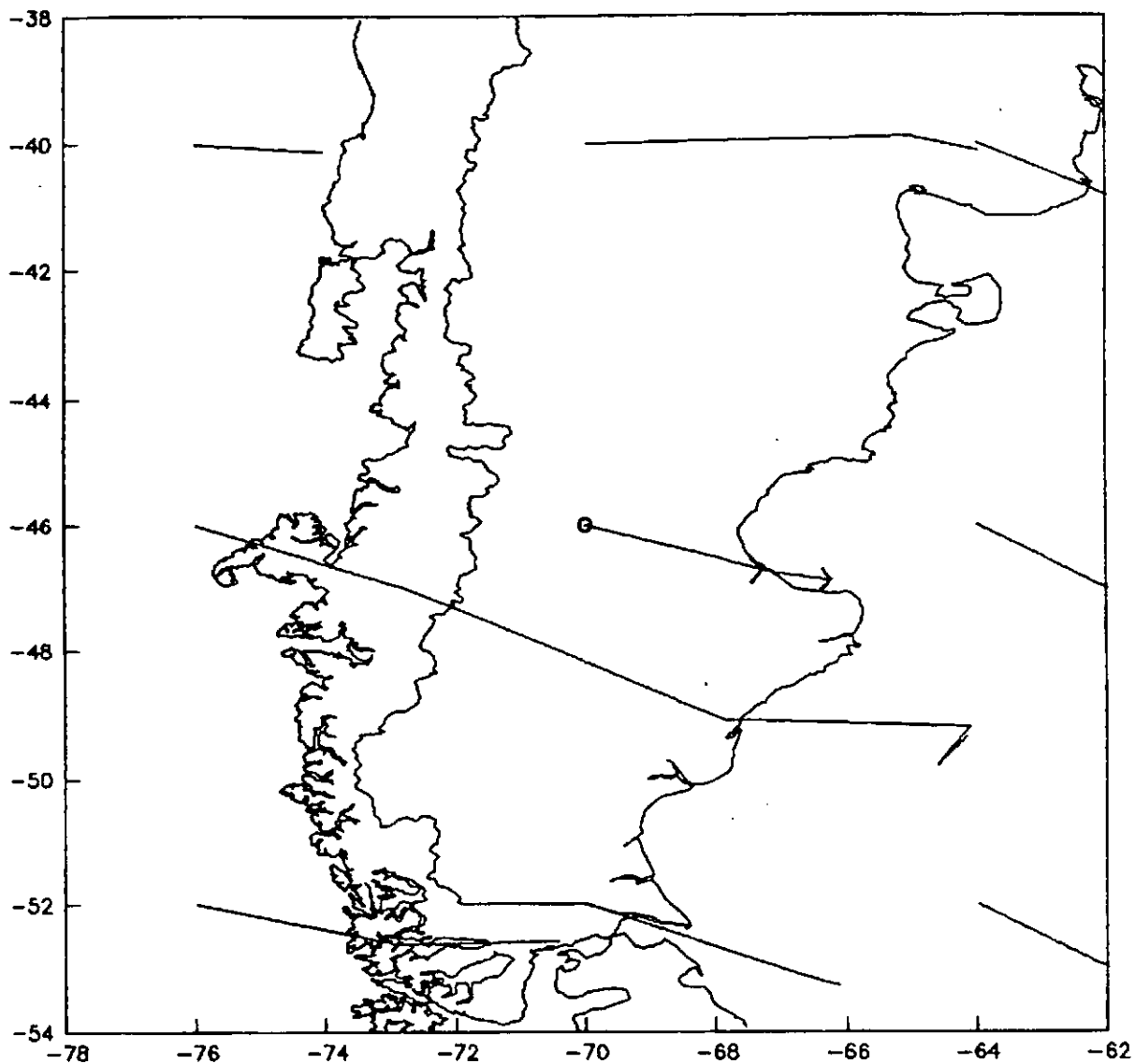
TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 2000 m. 13/8/91



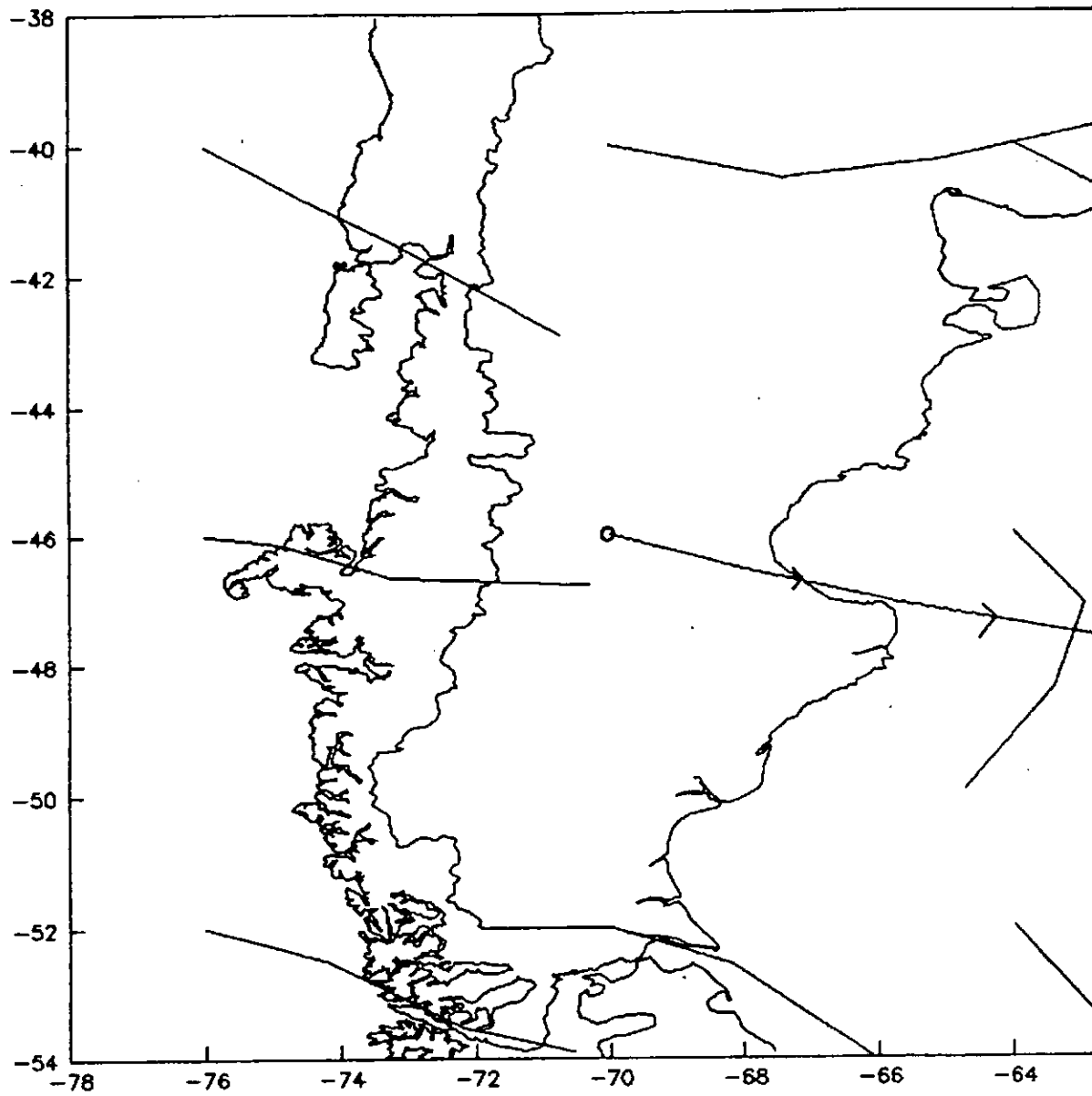
TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 4000 m. 13/8/91

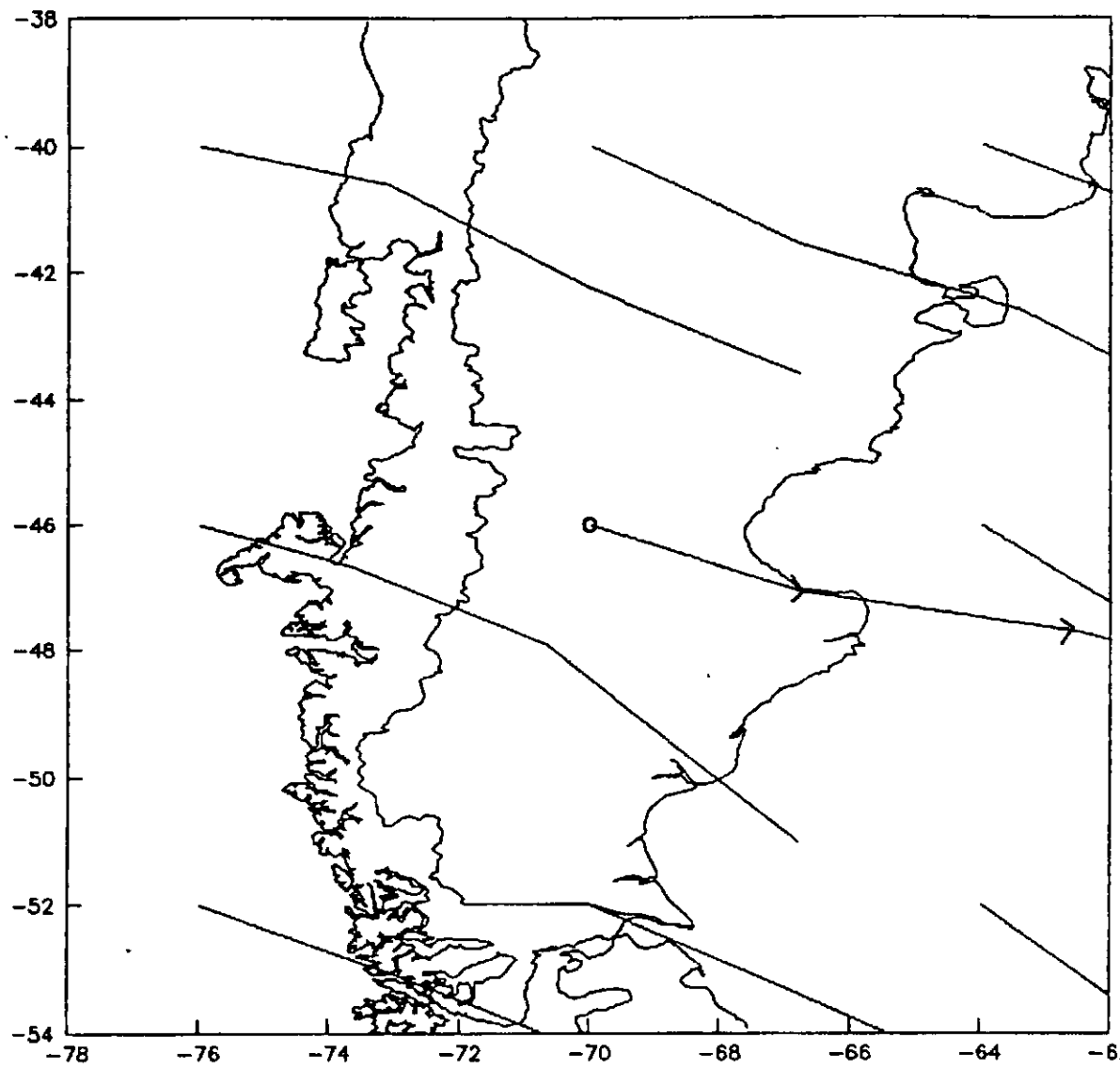




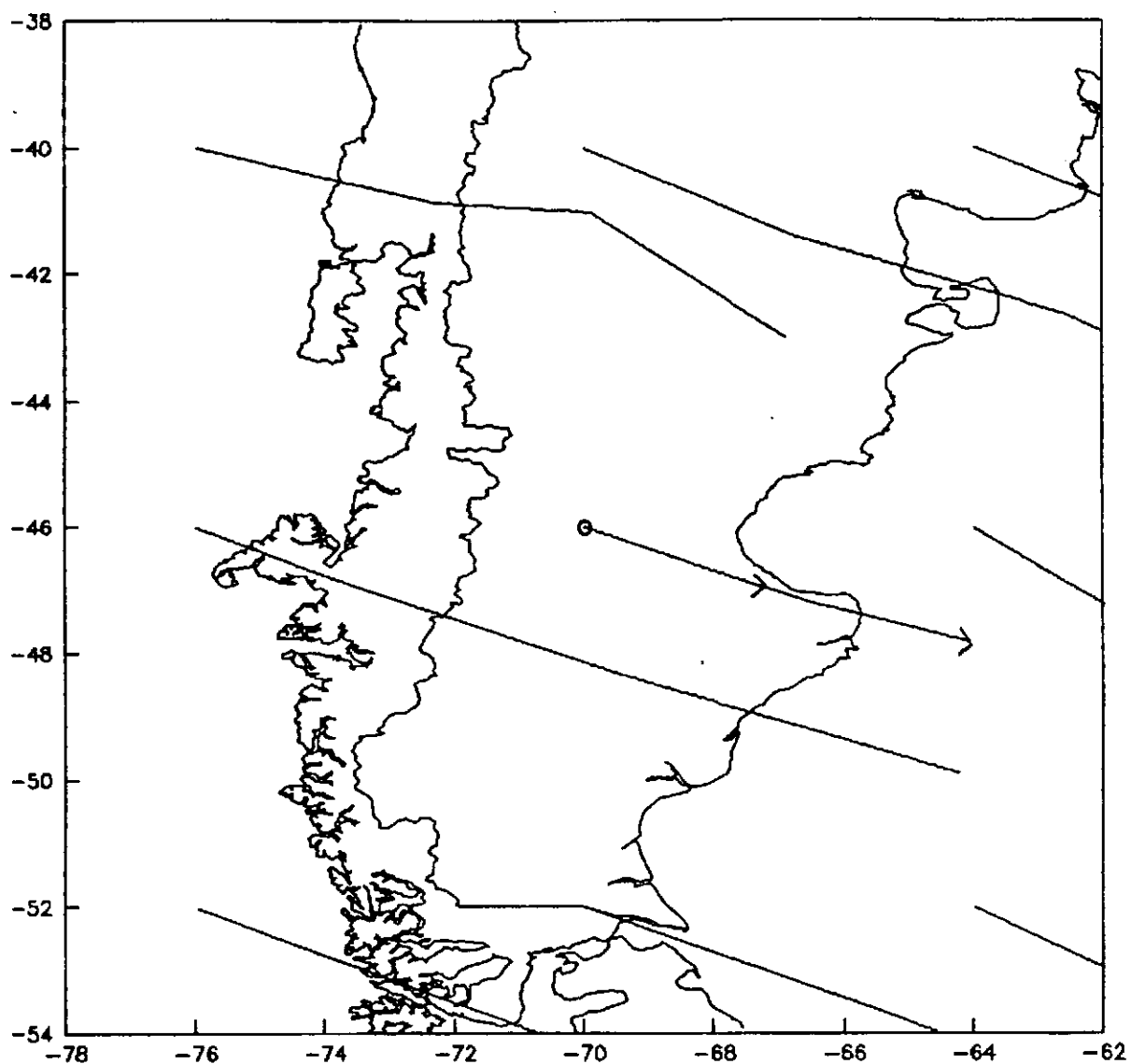


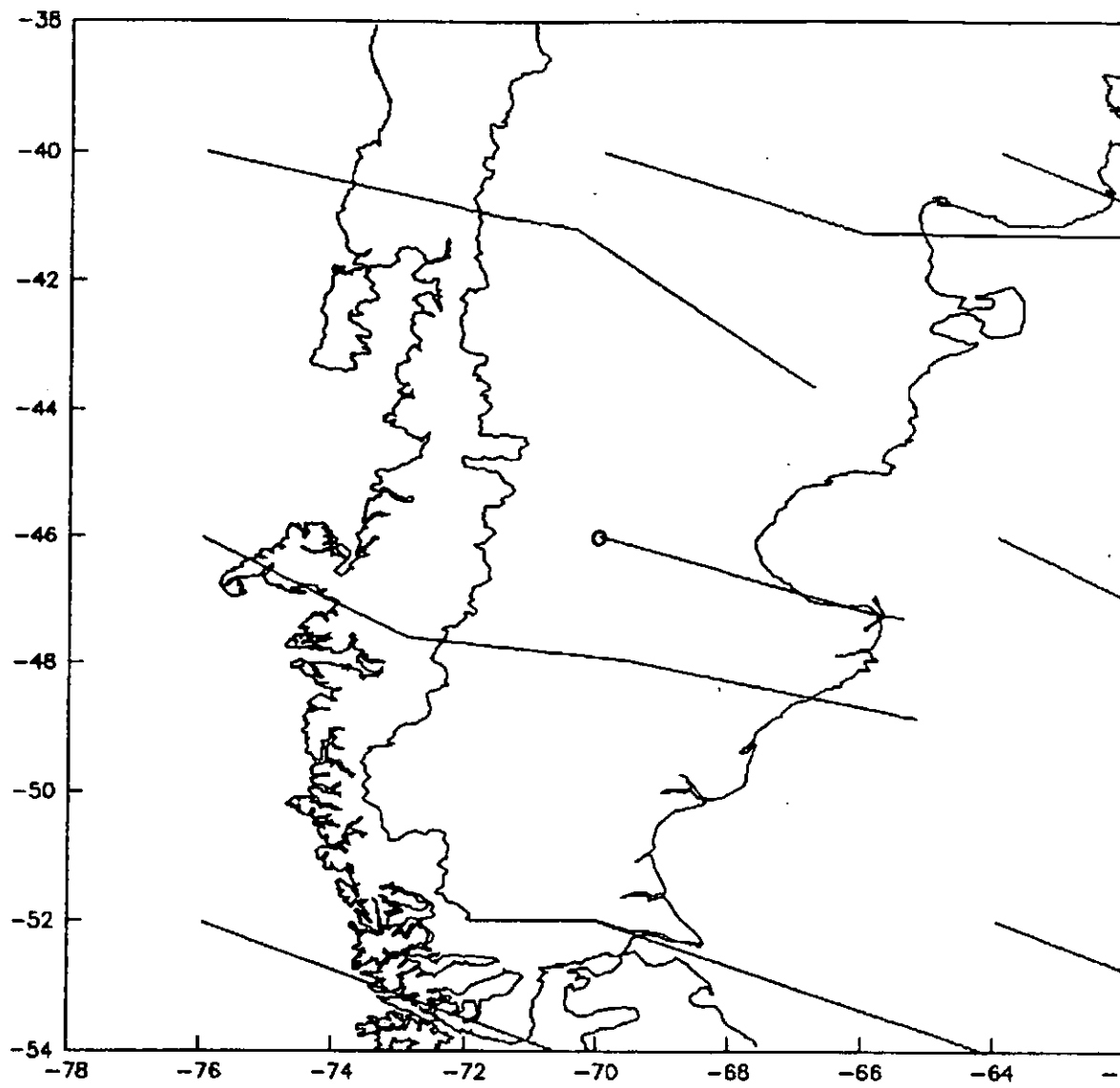
TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 500 m. 14/8/91

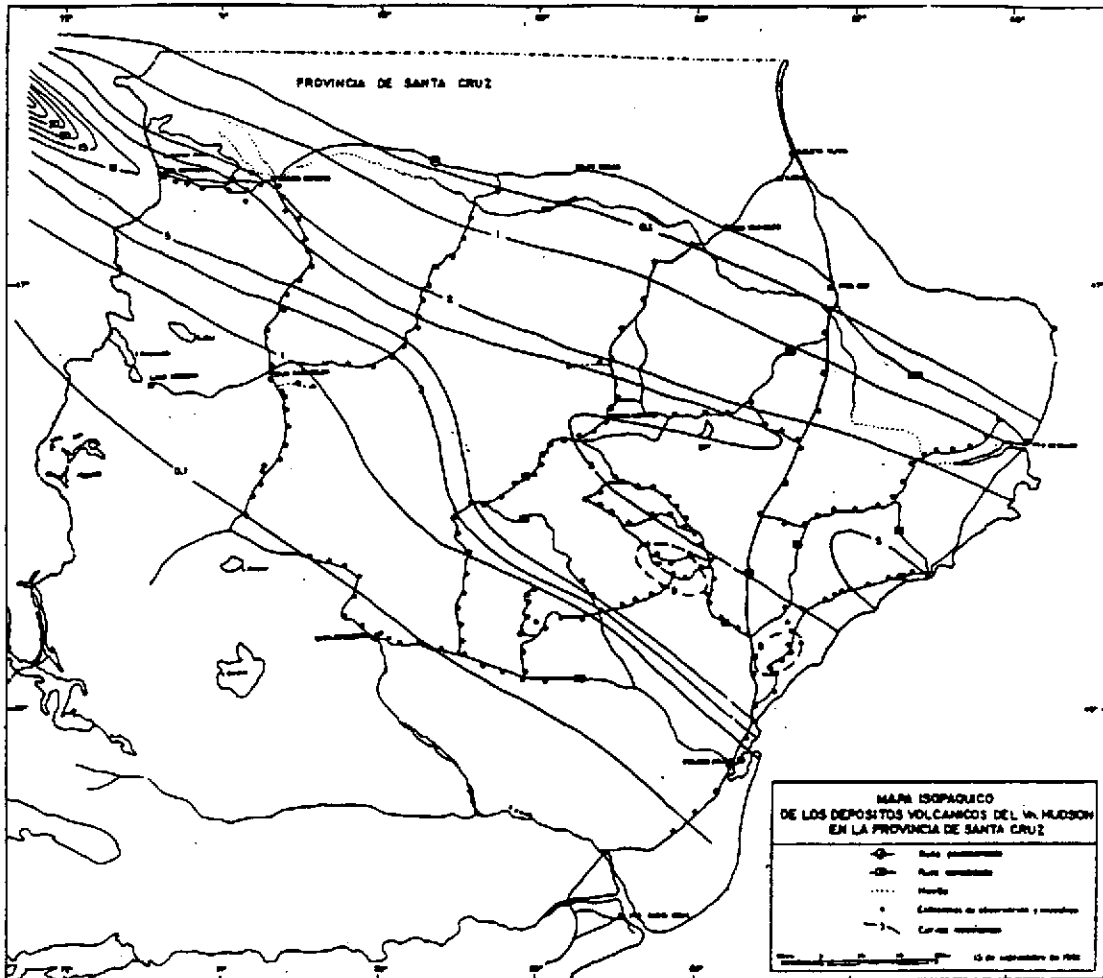




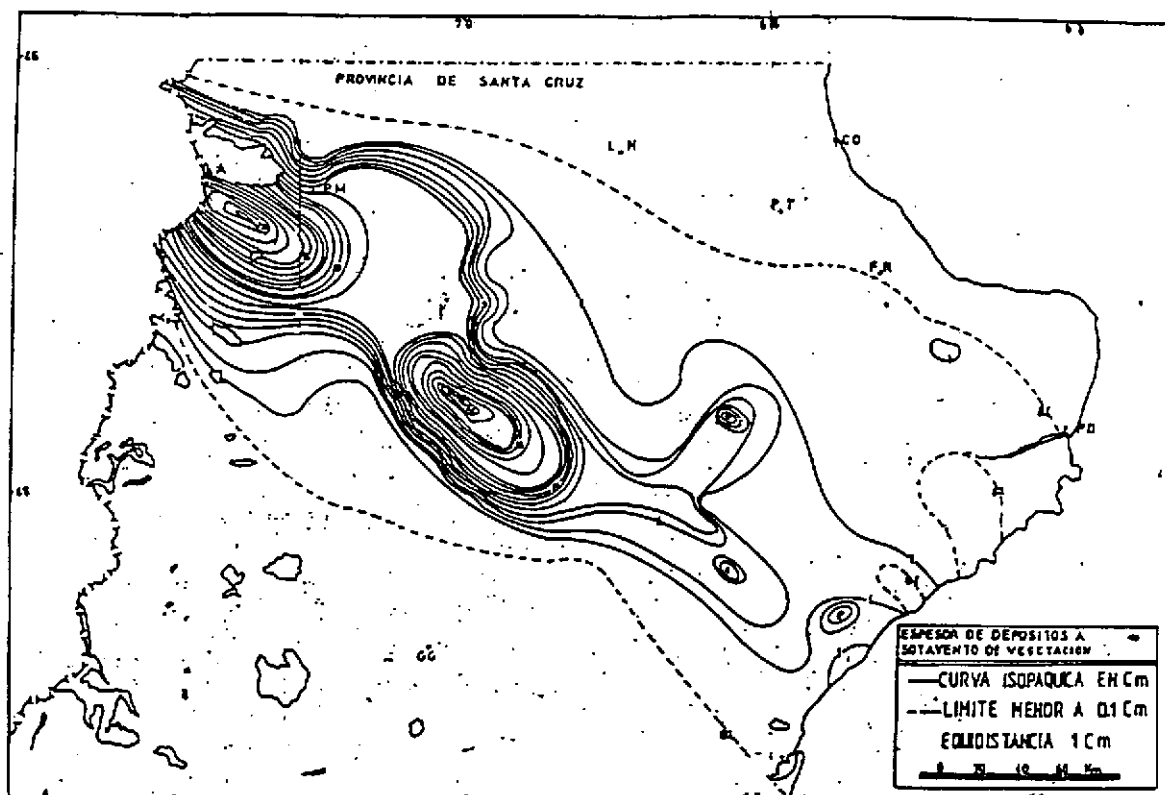
MAPA 19
TRAYECTORIAS CON ORIGEN EN 6000 m. 14/8/91



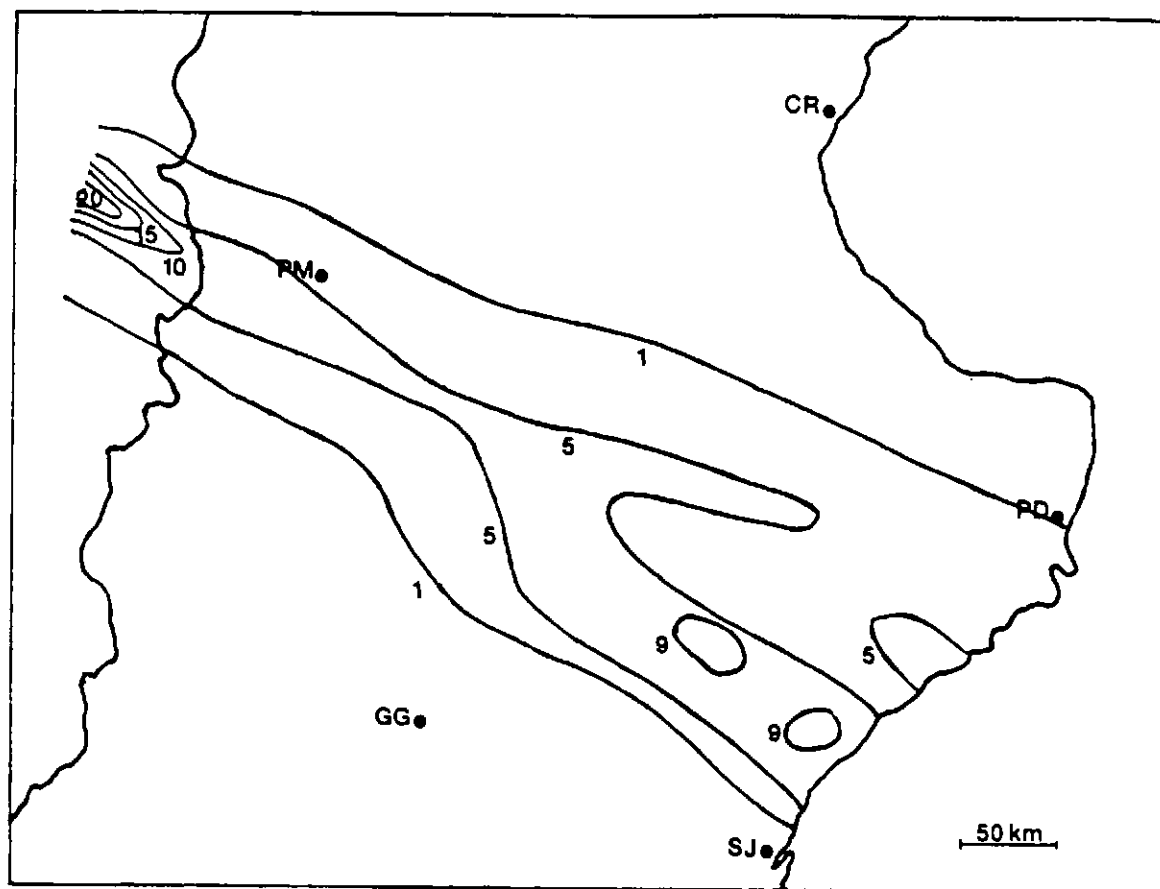




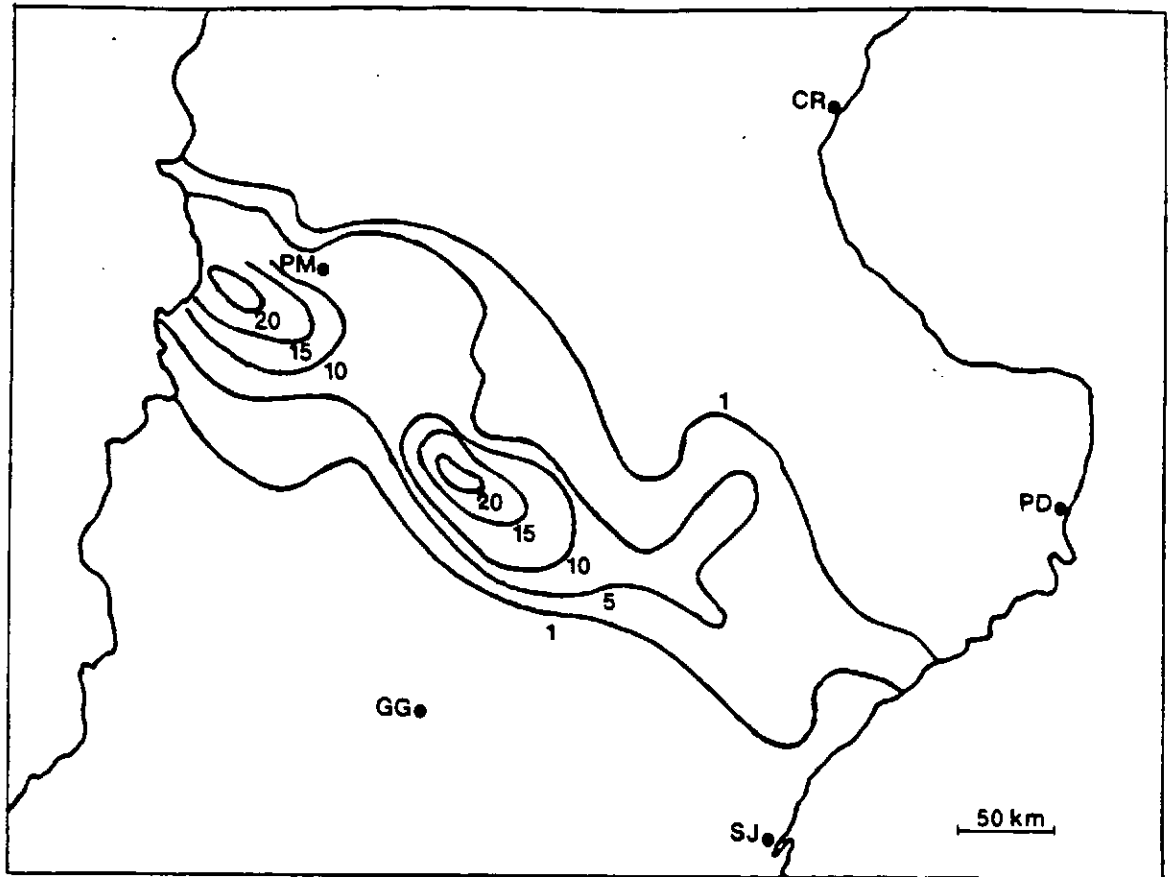
Mapa isopáquico original correspondiente al relevamiento de agosto de 1991



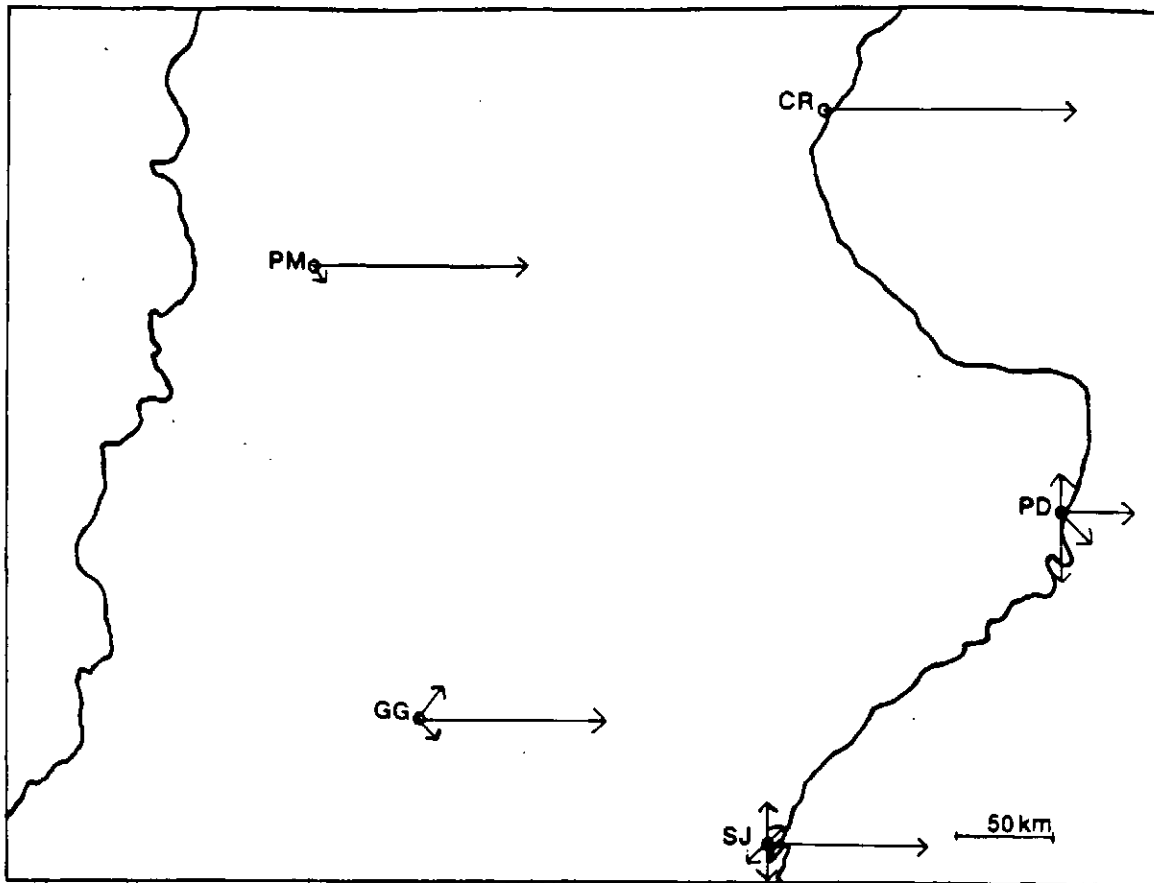
Mapa isopáquico original correspondiente al
relevamiento de abril de 1992



Copia del mapa isopáquico original correspondiente al relevamiento de agosto de 1991. (CR) indica Comodoro Rivadavia, (PM) indica Perito Moreno, (PD) indica Puerto Deseado, (GG) indica Gobernador Gregores y (SJ) indica San Julián.



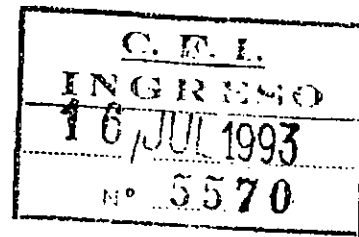
Copia del mapa isopáquico original correspondiente al relevamiento de abril de 1992. (CR) indica Comodoro Rivadavia, (PM) indica Perito Moreno, (PD) indica Puerto Deseado, (GG) indica Gobernador Gregores y (SJ) indica San Julián.



Direcciones principales de transporte por el viento entre agosto de 1991 y abril de 1992. (CR) indica Comodoro Rivadavia, (PM) indica Perito Moreno, (PD) indica Puerto Deseado, (GG) indica Gobernador Gregores y (SJ) indica San Julián.

New York, 12 de julio de 1993

Sr. Secretario General
Consejo Federal de Inversiones
Ing. Juan José Ciácerá
SU/DESPACHO



Tengo el agrado de dirigirme a Ud. con el objeto de remitirle cuatro ejemplares del Informe Final correspondiente al "Estudio de Dispersión Atmosférica de la Ceniza Producida por la Erupción del Volcán Hudson".

El presente Informe corresponde al Convenio suscrito entre la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y el Consejo Federal de Inversiones, con el fin de estudiar el fenómeno provocado por la erupción del Volcán antes mencionado.

Sin otro particular y quedando a su disposición para las consultas que considere necesarias, saludo a Usted con mi consideración más distinguida.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "G. Berri".

Dr. Guillermo Jorge Berri
Lamont - Doherty
Earth Observatory
Columbia University
Palisades - New York 10964

