

Cristine

86-1026-03

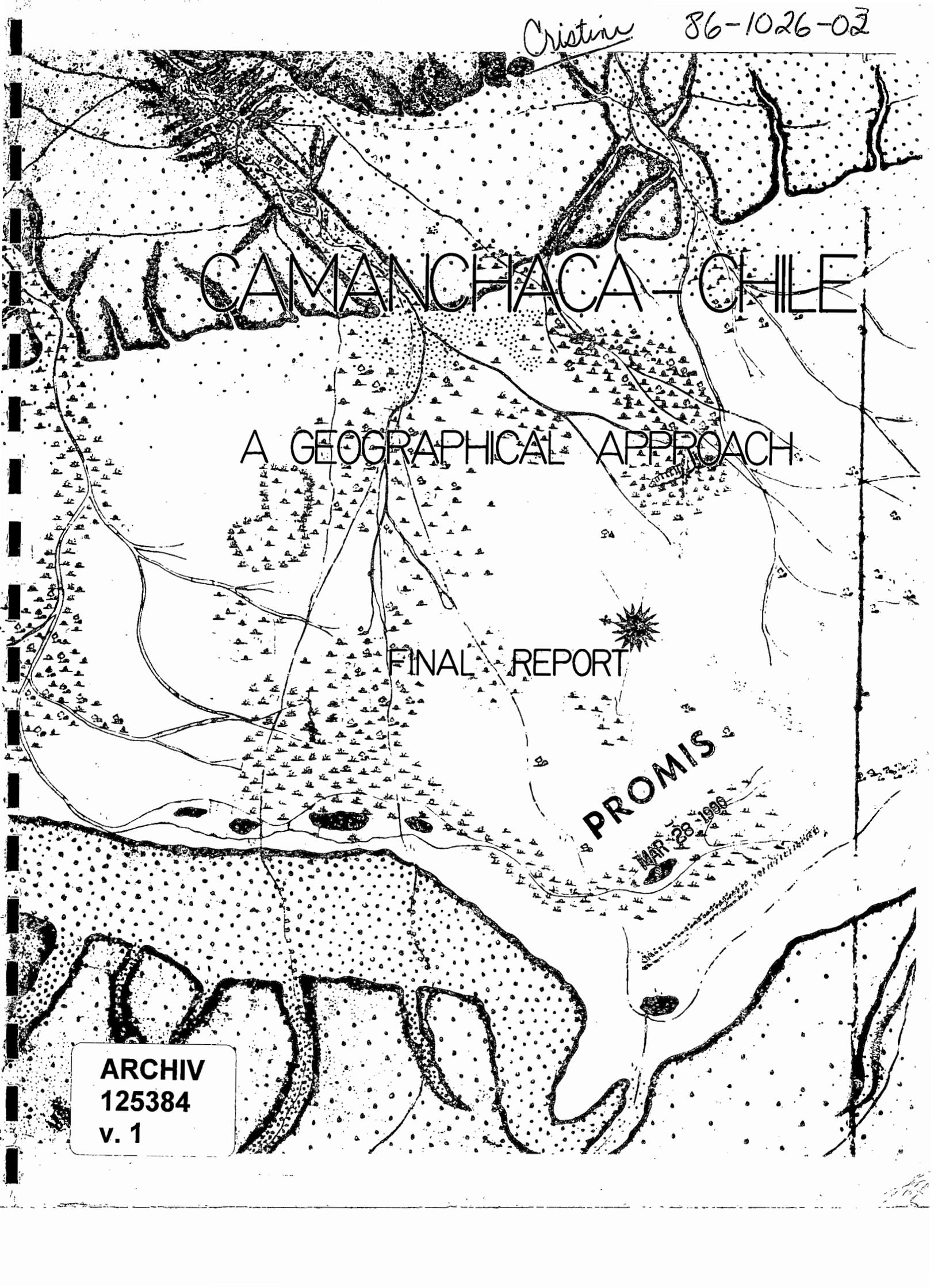
CAMANCHACA - CHILE

A GEOGRAPHICAL APPROACH

FINAL REPORT

PROMIS
MAR 28 1990

ARCHIV
125384
v. 1



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

125384
86-1026-02

PROYECTO CAMANCHACA - CHILE
A Geographical Approach

(FINAL REPORT)

PROA
OCT 10 1989
420090

INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTRE
(IDRC-CIID)
CANADA

1987 - 1988

Santiago, Chile, June 1989.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA DE CHILE

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

PROYECTO CAMANCHACA - CHILE
A Geographical Approach
FINAL REPORT

Researchers: Pilar Cereceda Troncoso.
Reinaldo Rioseco Hormazabal.

Research Associates: Nazareno Carvajal Rojas.

Research Assistants: Juan Sebastián Barros J.
Marcela Suiñer B.
Gonzalo Frigerio I.
Alejandra Silva P.

Collaboration: Sandra Riquelme
Roxana Porras
Carlos Canales

Santiago, Chile, June 1989.

INDEX

I).-	INTRODUCTION.....	1
II).-	GENERAL METHODOLOGY.....	5
III).-	GENERAL CONCLUSIONS.....	9
-CHAPTER ONE:	THE PRESENCE OF FOG IN CHILE AND POPULATION. The macroscale: region I and II...	14
-CHAPTER TWO:	THE PRESENCE OF FOG IN THE ATACAMA REGION AND WATER CONSUMPTION IN RURAL SETTLEMENTS. The macro and mesoscale: Region III.....	21
-CHAPTER THREE:	THE PRESENCE OF FOG IN THE COQUIMBO REGION AND WATER CONSUMPTION IN A VILLAGE. The meso and microscale :Region IV, El Tofo area and Chungungo.....	54
-APPENDIX: I	1.- The temporary migration of the fishermen.	
	2.- Papers:	
	a) Seminario "Ciencias de la tierra y Desarrollo Nacional".	
	b) "A Neglected Water Resource: The Camanchaca of South America".	
	c) "Measurements of Fog Water Deposition and Their Relationships to Terrain features".	
	d) "The Collection of Fog Water in Chile for Use in Coastal Villages".	
	e) "Factores Geográficos que Determinan la Distribución de las Neblinas Costeras en El Tofo".	
	3.- Chemical analysis.	
	4.- Convenios.	

-APPENDIX II Study of Human Water Consumption.
Chungungo and Caleta Hornos.

-APPENDIX III Potential Areas for Fog Water
Collection. III and IV Region.
Fichas.

-APPENDIX IV Maps.

El trabajo realizado en estos dos años ha sido posible sólo gracias a la colaboración de innumerables personas que han creído en la posibilidad de dar agua a la zona desértica de Chile mediante las nieblas costeras. Es difícil nombrarlas a todas en esta oportunidad, pero deseamos dejar claro que en nuestras almas están presentes y tienen toda nuestra gratitud.

Agradecemos a los "lugareños" que con grandes sacrificios han realizado las mediciones en las estaciones de registros. Especial mención cabe hacer de las siguientes personas: los niños Zepeda de El Tofo, don Pascual Morales de Carrizalillo, don Hector Lobos de Carrizal Bajo, don Wilson Flores de Obispo, doña Guillermina, y Rosario Aguirre de Las Bombas.

Los alumnos del Instituto de Geografía, siempre han mostrado la mejor disposición para viajar, y permanecer bajo la niebla en condiciones realmente inhóspitas registrando datos durante las campañas. Agradecemos especialmente, las acertadas observaciones que cada uno en particular ha hecho, y que han contribuido al perfeccionamiento de los métodos utilizados.

Especial mención hacemos a la colaboración del Dr. Robert S. Schemenauer, quien no sólo ha contribuido con sus conocimientos al desarrollo científico del proyecto, sino que también a su cálida preocupación por el bienestar del equipo durante las campañas realizadas y del que el agua llegue a Chungungo.

A Rafael Gana, Decano de la Facultad de Química, quien ha colaborado entusiastamente en el proyecto, dando importantes recomendaciones para evaluar la calidad del agua que beneficiará a los habitantes de Chungungo.

Al Dr. Danilo Anton quien, además de haber hecho realidad el proyecto, nos ha aconsejado y estimulado a seguir adelante en busca de mejores condiciones para las poblaciones de las zonas áridas.

Al equipo de la Universidad de Chile, que en todo momento nos ha brindado importantes observaciones para hacer mejor nuestro trabajo, y además, nos ha enseñado durante las campañas, las teorías, métodos y técnicas de su quehacer científico.

CONAF IV Región, por su parte, no sólo nos ha acogido en su región, sino que además, nos ha brindado su hospitalidad en las instalaciones de El Tofo. Agradecemos, en forma especial, a Juan y don Clemente por compartir con nosotros los imborrables momentos de las campañas.

Por último, y quizás, los más importantes, la comunidad de Chungungo, quienes han colaborado en todo momento para que este proyecto, pionero en el mundo, sea un éxito y ejemplo para otras zonas que sufren la aguda escasez de agua. Aquí, hacemos extensivos nuestros agradecimientos a Carlos y Danilo, quienes transportan el agua semanalmente, quienes nos dieron valiosa información sobre el consumo en los poblados costeros.

INTRODUCTION

From the geographical point of view the study of the coastal fogs has been done in the following aspects:

- The geographical distribution of the fog in northern Chile, and
- The fog as a water resource for rural settlements in northern Chile.

Both aspects have been analysed in three scales: macro, meso and microscale. The macroscale covers the area from the northern boundary of Chile and Perú, near Arica, until Pichidanguí; that is the first four administrative regions: Tarapacá, Antofagasta, Atacama and Coquimbo. The mesoscale covers the area of the mountain range of Carmelita-Tofo-Sarco in the Region of Coquimbo; and, the microscale was studied in specific sites of the surroundings of El Tofo. (17 degrees 30 minutes South -32 degrees South).

The study covers approximately 1.600 km of the coastal area, 25 km from the coastline toward the interior of the continent (about 40.000 km²). The principal characteristic of the place is the aridity and semiaridity that predominate in the entire zone. Precipitations are low, they vary from 2 mm at Arica, 9 mm Antofagasta, 30 mm in Caldera, 100 mm in La Serena, and 200 mm in Pichidanguí.

In the north, the coastal plain is narrow, or non-existent, and a 1000 m cliff parallels the coast. As well, a broad mountain range reaches altitudes of 2000 m. In the south, the plains are wide, the cliffs are rarely found and mountains are 1000 m high. There are only 7 rivers in this 1600 km stretch of coast with a permanent flow of water. Other intermittent rivers provide some sources of underground water. The landscape ranges from true desert in the north to semidesert in the southern part of the area.

A major problem along the northern coast is an adequate supply of water. For the city of Antofagasta (200.000 pop.), water is delivered from the Andes through a pipeline 360 km long. An expensive solution such as this is not possible for the small fishing and mining villages and thus the resources of the region are often not exploited. Water rationing often occurs in the cities but the real problems occur in the villages. Because water delivery is by truck; it is irregular at the best of times and proper sanitary precautions are sometimes not taken.

The principal natural resources are related to mining, fishing and tourism. The agriculture is found only in the valleys of the rivers.

PRESENCE OF FOG:

Although the camanchaca is generally present along the northern coast of Chile, its exact location is controlled by the physiography of the coast.

The macroscale:

On the regional scale there are 4 aspects of relief that are important. First, there must be a mountain range with an average altitude of 500 m or more. This will be high enough to control the boundary layer flow and to intercept the stratocumulus cloud. Second, the principal axis of the range should be perpendicular to the predominant wind direction (west or southwest) at the altitude of the camanchaca. Third, the preferred site location is on a mountain range close to the coast. This minimizes the loss of cloud water due to evaporation before the clouds reach the site. Fourth, the presence, to the east of the mountain range, of a broad basin or valley that produces an ascending region of warm air due to high daytime heating (thermal low). This serves to suck the air through the coastal mountains.

The mesoscale:

Once a mountain range is defined as appropriate for the presence of fog, it is important to study the best locations, that is, where is the fog more frequent in the temporary dimension. For this purpose, the analysis should be done with regard to the altitude, the exposition of the slopes and the geomorphological features, such as summits, saddle points or ridges. Even though the fog is present in the entire mountain range, our studies have showed that there is great differences in the various places of it. The mountain range Carmelita-El Tofo-Sarco have the summits at different altitudes, the minor mountain ranges, parts of it, have different exposition due to its shape of crescent. And, of course the relief is characterized by several types of features.

The microscale:

When the geomorfological feature is found as an adequate place for fog water collection, it is important to know the exact place where the fog water collectors should be installed and which is the best disposition of the set and the orientation of each one.

Since the collection of fog water is related to the wind behaviour, the analysis of the microtopography is essential.

WATER CONSUMPTION:

With regard to the water consumption in the area, this same scales can be used for the analysis.

The Macroscale:

In the macroscale, it can be said that in the northern part (Regions I and II) the 90% of the population is urban, the major cities are Arica, Iquique, Tocopilla, and Antofagasta; their populations range from 30.000 to 200.000 persons approximately. All of them are coastal cities and their principal activities are related to the ports and services. With the exception of Arica that is in the valley of a small river, all the other cities have to bring their water from the interior. The rural settlements are very few, probably due to the lack of water.

Toward the south of the area, the rural population increases; four main cities can be found, Copiapó, Vallenar, La Serena and Coquimbo, their population ranges from 60.000 to 100.000 persons. The first two cities mentioned are located in the interior, approximately 40 km from the coast, and are in the valleys of rivers. La Serena is located in the terraces of the Elqui river and Coquimbo is 10 km south, in the coast, too.

Rural settlements increase due to the semiarid landscape and the possibility of groundwater in the "uadis" and the major amount of water in the rivers. Also there are better conditions for raising cattle in the mountains and some agriculture of subsistence.

The Mesoscale:

The mesoscale was studied in the III Region of Atacama, all the rural settlements were visited and by means of questionnaires and with the local authorities was investigated the water consumption, the type of resource used and the way it is delivered. Almost every village that is not in the valley of a river has its water delivered by truck. It is interesting the fact that the villages and small settlements are dedicated either to fishing or mining, and that there is a great process of migration in the coast (bays and beaches).

The Microscale:

Chungungo was chosen to make a study of the water consumption. It is important to know how much water is used per person, and the type of uses. Often in these villages the use of water is around 20 liters per person a day. That is very low, considering that some people have to wash their fishing implements, and sometimes they have domestic animals.

Each of the phenomenon explained above are analysed in the following chapters. In this part of th report will be given the general methodology of the research, and the specific methods are explained in detail in the respective chapters.

The Macroscale:

The macroscale for presence of fog was studied principally by cartography and aerial photography, using the methodology developed in a research done in 1982 in the IV Region. This method was perfectionated and changed for the the northern regions. For the III Region it was done in a complete way, and the IV Region was revised according the results of the past research.

The analysis of Regions I and II was done by units of relief. This is due to the fact that the coastal mountain range ends in a very steep cliff of a mean altitud of 1000 m. This makes the entire area apt for fog water collection, but since the conditions of the geomorphology are different, it was necessary to analyse each one in particular. In this case, the most important variable was the characteristics of the relief that is in the interior of the continent, that is, the presence of valleys or tectonic basins in the coastal mountain, or the presence of valleys of dried rivers that serve as way of penetration of fog.

Only two places were analysed in the field: Paposo and Antofagasta. In the first case, the cartography had showed a valley of penetration with general orientation west-east and an affluent of it, very near the coast with general orientation north-south. This was studied in the field, and the vegetative cover showed its potential for collection. Near the city of Antofagasta, a small field recognition was made in order to corroborate the potential of a site that has a tectonic basin in the interior. The presence of past life is notorious, especially by the trails of "guanacos". This part of the method was important in order to see if the variables analysed for this units were correct.

The process of analysis of the cartography was done in scale 1:50.000 of the whole area, and the photointerpretation was done only in specific places.

The conclusions are shown in a thematic map of geomorphological units, and a report of the analysis of the particular conditions are given in the respective chapter.

The study of the population was done by the Census of 1982, and only the coast of Antofagasta from Hornitos to Taltal was visited in two field trips (200 km aprox).

The southern part of the study area, is not homogenous, so the methodology had to be different, even though the variables analysed are the same. In this case, the detection of units is not everything, because the landscape has differences between areas, so it was studied looking, first, homogenous units, and then, each in particular was analysed according the mountain ranges that are apt for fog water collection.

The III Region was studied by cartography, scale 1:50.000; in the six major geomorphological units detected, the mountain ranges were copied in transparent paper, and then each of them were analysed according specific variables, and chosen the mountains according their potential. Three field trips were done in order to recognize the terrain and corroborate the conclusions given by the cartographic analysis. Four places were chosen to install neblinómetros, and were measured during one year.

The final conclusions are shown in a thematic map where each mountain range is marked, and their general conditions are explained in the respective report, plus an appendix of the parameters analysed.

The population was studied by the Census of 1982, and in the field trips, each village was visited and corroborated the data. It is important to mention that in this region there is a great mobility of people, because of the mining and fishing activities, so in many cases, the census data was not real. The information about water consumption was taken in the places, sometimes by the local authorities, and others by questionnaires to the inhabitants.

The phenomenon of migration was detected during the field trip done in the first year of the project; in order to have a better understanding of the process, it was asked to the Dirección de Investigación of Pontificia Universidad Católica to finance a small research of the Temporary Migrations of the Fishermen, and it was done during the second year.

The principal cause of the migrations is due to the system of prohibition of fishing seafood (*Concholepas concholepas*) during the year, and only there is freedom of extraction two weeks in the month of July.

The method was based on three field trips, one before the period of freedom, another during the period of extraction, and the third one, after it and during summer time.

The coast of the III Region was revised completely in the three field trips, and the population was counted as in a census, and by means of questionnaires the information about places of origin of the people and the use of water was recorded.

The Mesoscale:

The presence of fog at this scale was studied in the range formed by the mountain Cerro Carmelita, plateau El Tofo, and the mountain Cerro Sarco. It is a range that has a crescent shape that faces the Pacific Ocean. Because of its shape and exposition, it has the following characteristics: Cerro Carmelita and its respective ridges and slopes have exposition to the southwest, it is connected to the plateau of El Tofo by a saddle (Portezuelo Carmelita) and a ridge of 1500 m. long. El Tofo is a small plateau that faces to the west, and ends in a ridge that connects to Cerro Sarco in a saddle (Portezuelo Sarco). Cerro Sarco is a mountain that has a general exposition toward the northwest. It can be said that El Tofo is the central part of a major saddle between Carmelita and Sarco.

The range originates a valley of a dry river, Quebrada Cruz Grande, which is formed by two major affluents, one in each mountain, and a minor one coming from El Tofo.

Because of this form of the relief, all the area is a real laboratory for the study of the presence of fog. The methodology was based in three periods of field trips (Campañas), Two of them last 15 days; and, one three days.

The system is based in the study of the topography of the area done by cartography and recognition in the field. Once the variables (topography-wind behaviour) are defined, locations for the measurements are planned.

The measurements of wind are done by anemometers, and fog water potential, by neblinómetros or small fog water collectors

(specifications are given in the respective chapter and in an appendix).

The first field work was planned to obtain data about the parameters altitude, exposition of the ranges, and some features of the relief. Thirty neblinómetros were installed in the range and measured during 13 days.

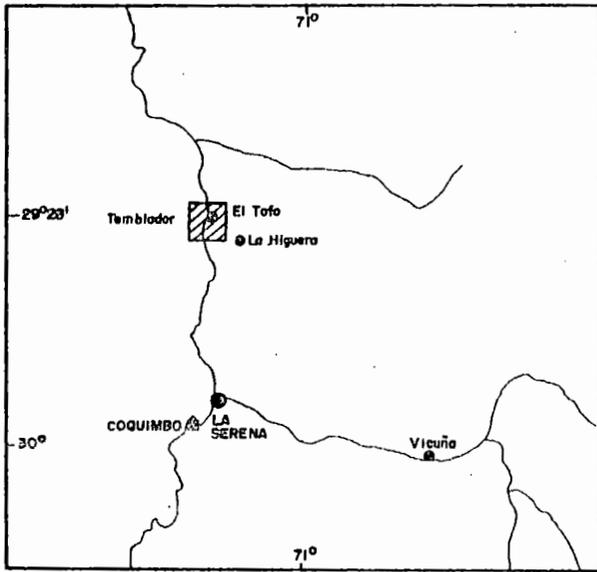
The second field work was planned to obtain data in a simultaneous way. This was done with thirty persons that stayed during one day making observations in each of the neblinómetros installed. Each person had to record the amount of water collected by the instrument and the hour of collection. The location studied in this opportunity are the same of the field work #1.

The microscale:

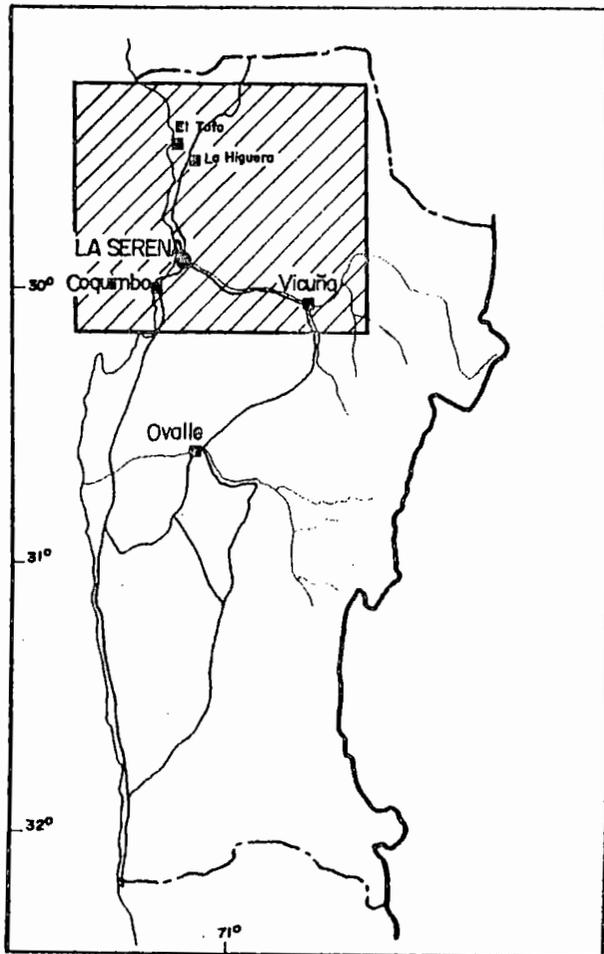
The third field work was extensive as the first one, it was done during 15 days, and the parameters studied were chosen according the microtopography of the different areas that have been detected as highly potential in the first field work. The preferred sites were the saddles, the ridges and some particular features of the relief. The methodology was based in observations of the behaviour of wind (speed and direction) and fog water collection. For this purpose, the neblinómetro was varied in its design in order to isolate the variable "direction of wind" in this measurements, but the panel that collects the water was maintained in its form and surface of collection, so the data can be compared to any of the data recorded in the past.

The study of water consumption in Chungungo was done by two methodologies. A person lived in the village one week and had the families answered a complete questionnaire about the amount of water they used and the specific uses of it. To corroborate the data given by the people, the same person worked in the truck that delivers the water to the village, and in that way the data has a good confiability.

AREA DE ESTUDIO



IV REGION



CHILE

I Región

II Región

III Región

III Región

IV Región

IV Región



The following conclusions can be stated for each of the objectives of the project CAMANCHACA - CHILE (A Geographical Approach).

OBJECTIVE #1: To identify optimum height for collector location in the surroundings of El Tofo and define site selection criteria for other coastal regions.

1.- The best height for fog water collection at El Tofo is near 700 m.

2.- One of the main factors for fog water collection is the wind behaviour.

3.- The wind behaviour is related to the topography and to the relief forms.

4.- At the area of El Tofo, the fog water collection is better in a mountain range with general exposition toward SW and W.

5.- At the area of El Tofo, the fog water collection is better on the summits of mountains or ridges, than over the slopes or ravines.

6.- Saddle points in a mountain range are excellent places for fog collection.

7.- Microtopography determines wind behaviour and fog water collection:

a).- higher wind speed are found in saddle points that have a narrow base.

b).- in a saddle point, the higher windspeed is found near the talweg (lowest point).

c).- In a saddle point, the wind direction is related to the orientation of the valley where the wind flows (comes from).

d).- Ridges are forms of the relief that have high potential for fog water collection. On a ridgeline the following conclusions can be drawn:

- Sites located in a regular topography are better for collection.
- Sites located upwind of the crest (where the slope breaks) are better for collection.

OBJECTIVE #2: To find other places in northern Chile that have potential for fog water collection.

1.- The geomorphology of northern Chile, (Regions I, II, III and IV: latitude 18 45' S - 32 S) have good conditions for fog water collection.

2.- According to the geomorphological analysis of the area, two units can be defined:

-- In regions I, II and the northern part of Region III, the relief is characterized by the presence of narrow coastal plains, cliff and a high mountain range with altitudes over 2.000 m.

-- Regions III (south part) and IV. The relief is characterized by the presence of coastal plains of different widthg, scattered small cliffs, and a lower coastal mountain range.

3.- The geomorphology of the northern regions show the best conditions for fog water collection along the coast. The explanation is found in the presence of a continuous cliff of 1.000 m. altitude and the narrow coastal plains; these two factors give almost the entire area as potential for fog collection.

-- In the preliminary study done by cartography and aerial photography, 12 units were selected as the best sites for fog water collection. Each unit can have extensions that vary from 20 to 50 kilometers of length.

-- The method of analysis in this units is different than in the places already studied in Chile (III and IV regions); it is important to make observations in the area in order to know the topographical influence in the wind behaviour and presence of fog. This is the first geographical approach in the area.

4.- The III and IV Regions have different geomorphological characteristics. Along the coast there are areas where the coastal plains are very wide, more than 30 kilometers. In those parts the presence of fog is scarce. There are other places where the mountain ranges are very near the coastlines, and the altitude is appropriate for fog collection.

-- In the III Region there are 90 sites selected; some of them are only one mountain that have conditions for fog collection, and other are mountain ranges. The length of their principal axis varies from less than one kilometer and the largest is 23 km. 50% of them have axis less than 5 km.

-- In the IV Region there are 42 sites with potential for fog water collection and the characteristics are similar to the III region.

5.- In four sites of the III region there were installed neblinómetros and measured during one year. Unfortunately not all the data can be used. As a general conclusion, it can be said that the fog water collection is similar to the El Tofo site. The best place was found at Carrizal Bajo.

OBJECTIVE #3: To know the population that live in the coastal areas of the four northern regions of Chile and the forms they receive the water.

1.- In the litoral area (25 km from the coastline and by 1600 kilometers) there are 345 rural settlements and a population of 53.957 inhabitants living in them.

2.- In the three northern regions, because of the aridity and desert, there are few rural settlements and consequently a small population:

- I Region: 22 rural settlements with 6.566 persons
- II Region: 46 rural settlements with 1.491 persons
- III Region: 36 rural settlements with 2.834 persons
(data from census 1982).

3.- In the IV region the conditions of aridity and semidesert, cause that the population is higher than in the northern part:

- IV region: 345 rural settlements with 43.287 persons.

4.- Some rural settlements were chosen for specific studies of water consumption:

- Paposo, II region: 5.6 liter of water per day per person.
- Carrizalillo III region: 16.6 liters of water per day per person.
- Carrizal Bajo III region: 8.0 liters of water per day per person.
- Chungungo IV region: 14.2 liters of water per day per person.

5.- The most of the rural settlements that are located far from a source of water received it by truck; usually the delivery is done once a week and the cost of water is high.

OBJECTIVE #4: To initiate fog water sampling for chemical analysis, in order to know its quality for human consumption.

From the point of view of the chemistry of fog water (not bacteriological), two series of preliminary sampling were done during the period.

In general, according to the International Standards for Drinking Water, cations and anions are acceptable. Only in the case of iron, the values are lightly higher than the recommended. That case was found in the sample taken from the big flowmeter of the 25 m³ tank. Because the study has been done in a preliminary stage, it is not convenient to give a general conclusion about the cause of the phenomenon, but it is important to determine if it comes from the environment (mountain El Tofo is an important area for iron mining) or from the system of fog collection.

In relation to the pH of the fog water, it was found that the values are lower than the recommended for drinking water, but if after a continuous sampling the problem persists, this does not constitute a limit for human consumption, because it is easy to solve it, by means of alkaline treatment in the reception tank.

Even though the water has shown good conditions for human consumption, it is important to continue the study of the chemistry of the fog water, in order to establish its real quality as a resource for coastal settlements. It has been planned to make regular sampling during the second phase, not only at the El Tofo area, but in other places in the northern sites.

OBJECTIVE # 5: To determine the water consumption in the village of Chungungo.

There are several estimates done during the past years about the amount of water delivered and consumed by the people of Chungungo. Some preliminary studies were done during the years 1982 and 1987.

The common calculation that was generally done was through an evaluation of the capacity of the truck that delivered the water to the village, and the number of trips it did during the month.

The amount of water delivered calculated in this way was: ten thousand liters of water, once a week. In a village of 450 persons, it would mean an availability of 3.2 liters per person a day.

In other fieldworks, some questionnaires were answered by the people of Chungungo, showing that the water used was more than what usually had been thought. But in those period of works, not all the people answered the questionnaire (sampling), and also it was found out that the information was not sufficiently reliable.

During 1988 an intensive field work was done in order to know the exact delivery of water and the uses and need of it.

The following are the general conclusions:

- 1.- In the village there are 85 houses.
- 2.- At the moment of the study there were 330 persons living in the village.
- 3.- 73 houses were inhabited and the questionnaire were answered by the head of the household.
- 4.- Average of water used by a person: 14.2 liters a day.
- 5.- Cost of the water: 0.50 chilean peso a liter. (US\$ =254 pesos)
- 6.- The use of water by purposes:
 - Cooking: 20.4%
 - Personal washing: 21.8 %
 - Clothes washing: 35.3 %
 - Fishing clothes washing: 4.2%
 - Garden: 10.6%
 - Animals: 1.4 %
 - Other uses: 6.3 %
- 7.- Standards international for arid lands are 25 liters per person per day.

CHAPTER ONE: THE PRESENCE OF FOG IN CHILE AND POPULATION
The Macroscale: Regions I and II.

LA PRESENCIA DE NEBLINA EN CHILE Y LA POBLACION

Macroescala: Regiones I y II.

En este capítulo, se entregan los resultados sobre el estudio realizado en el norte de Chile sobre las áreas de mayor potencial de captación de agua de niebla. El sector de estudio está ubicado en el litoral de las regiones I, II, III y IV en los primeros 25 kilómetros tomados a partir de la línea de costa hacia el interior. La población fue estudiada a través del Censo de 1982, y para la III Región se hizo un análisis exhaustivo con encuestas en terreno, tanto de los habitantes de los asentamientos como del abastecimiento y consumo de agua.

METODOLOGIA ESPECIFICA

En esta parte del informe se entrega la metodología específica que se utilizó para detectar las áreas de mayor potencial de captación de agua de neblina:

1.- Se realizó un estudio cartográfico a escala 1:50.000 con el fin de encontrar las principales unidades homogéneas del relieve.

Debido a que el área es muy homogénea, por la presencia de las estrechas planicies litorales y el acantilado muerto de la costa, el criterio empleado fue la detección de la altitud de dicho acantilado y el ancho de las terrazas litorales. En general, las unidades están marcadas por los límites dados por los valles de ríos y quebradas.

Otra variable importante en esta parte, consistió en el análisis del relieve de la cordillera de la Costa en sus sectores próximos al acantilado.

2.- Una vez definidas las grandes unidades geomorfológicas homogéneas, se procedió al análisis de cada una de ellas con el fin de encontrar sectores puntuales de potencial de captación. Para ello, la metodología se basó en la búsqueda de alturas óptimas en el acantilado mismo, la presencia de valles o cuencas tectónicas interiores que sirvieran de plano succionador de la masa de aire, y los valles con orientación W-E para la detección de vías de penetración.

3.- El resultado fue cartografiado en un mapa de unidades y las variables específicas anotadas en fichas con la mención de los cerros importantes, las cuencas tectónicas interiores y los valles de penetración.

4.- Posteriormente, se procedió a un pequeño análisis de los sectores más interesantes como son Antofagasta y Paposo, los cuales fueron recorridos en terreno para verificar las condiciones extraídas en el trabajo de gabinete.

ANALISIS CARTOGRAFICO Y DETERMINACION DE UNIDADES
DEL ACANTILADO COSTERO I y II REGION.

VARIABLES OBSERVADAS:

- 1.- Morfología y situación actual.
- 2.- Orientación en relación a la línea de costa.
- 3.- Altura.
- 4.- Pendiente.
- 5.- Formas y unidades geomorfológicas al interior.

Número de cartas observadas: 59

Escala: 1:50.000.

Extensión desde la línea de costa, que fue considerada: 25 Km. al interior.

DESCRIPCION DE LAS UNIDADES:

UNIDAD I Quebrada Vitor (18 45') a Qda. Camarones (19 00'), de L.S.

El acantilado se presenta vivo y continuo y con pocas interrupciones de quebradas intermitentes. Presenta una orientación NNE-SSW con una altura entre 600 y 1.000 m. La pendiente mínima 23 y máxima 30 .

Detrás del acantilado se presenta un sector montañoso con cordones cuyos ejes tienen orientación N-S.

UNIDAD II Qda. Camarones (19 00') a Qda. Tiliviche (19 30'), de L.S.

El acantilado se presenta continuo con pocas interrupciones y muerto (alejado de la línea de costa). Orientación N-S, con alturas entre 750 y 1.000 metros. La pendiente mínima 20 y máxima de 30 .

Detrás del acantilado existe un cordón montañoso con orientación N-S.

La quebrada Tiliviche se presenta muy encajonada con ruptura de pendiente y escarpe (E-W). Al E. se encuentra la pampa de Tana.

UNIDAD III Qda. Tiliviche (19 30') a Iquique (20

00'), de

L.S.

El acantilado se presenta vivo y continuo con pocas quebradas de orientación N-S, altura entre 500 y 1.000 metros. La pendiente mínima es 20 y máxima de 35 .

Se presenta al interior un sector relativamente plano (1.000 m.) que se extiende por 3 Km. aproximadamente, para luego hacerse más notorio el desarrollo de los cordones montañosos:

Cos. Jusin	1.060 m.
Co. Petroleo	1.400 m.
Co. Cta. Buena	960 m.
Co. Toro	1.049 m.
Co. Esmeralda	950 m.

Al interior de Iquique, luego del sector montañoso se encuentra la pampa La Perdiz que tiene salares.

UNIDAD IV Iquique (20 00') a
Chucumata (20 30'), de
L.S.

El acantilado se presenta muerto, continuo y sin quebradas; orientado N-S con altura promedio de 750 metros; su pendiente máxima es de 30 y la mínima es de 20 .

Al interior se encuentran cordones montañosos orientados de N-S:

Co. Malecita	608 m.
Morro Tarapacq.	361 m.

UNIDAD V Chucumata (20 30') a
Cta. Patillos (20 45'),
de L.S.

El acantilado se presenta muerto, continuo, sin interrupciones, orientado de N-S, de baja altura (400 m.s.n.m.), su pendiente se da entre los 25 y los 30 .

Al interior se encuentra un sector montañoso menos denso y con pendientes suaves.

Co. Pinturas	820 m.
Co. Patillos	529 m.

Estos cerros se encuentran entre 10 y 12 Km. al interior desde la línea de costa.

La carretera corre al W del acantilado en la línea de costa.

UNIDAD VI Caleta Patillos (20 45') a Río Loa (21
30'), de
L.S.

El acantilado es muerto, continuo y con pequeñas interrupciones, de orientación N-S; altura entre 500 y 750 m.s.n.m. y su pendiente entre 20 y 25 .

Al interior se observa un sector montañoso por 6 Km. de extensión cuyas alturas oscilan entre 1.000 y 1.300 m. :

Co. Rojo 1.161 m.

Alto del Toro 924 m.

Luego a 10 Km. se encuentra el salar Grande de 45 Km. de extensión N-S, con promedios de 650 y 700 metros de altitud.

El río Loa desemboca con orientación E-W muy encajonado y las laderas presentan erosión lineal manifestado por la presencia de quebradas intermitentes.

UNIDAD VII Río Loa (21 30') a
Co. Tolar (21 50'), de
L.S.

El acantilado se presenta muerto, continuo y con quebradas intermitentes que lo insertan. De orientación NW y SE, alturas constantes de 750 metros y pendientes constantes de aproximadamente 25 .

Al interior se presenta un cordón montañoso, inmediatamente continuo al acantilado, con una extensión de 7 Km. al E.:

Co. Mica 1.827 m.

Luego a 24 Km. al interior de línea de costa, se encuentran cerros de gran extensión, cónicos y una red hidrográfica radial.

UNIDAD VIII Co. Tolar (21 50') a
Qda. Mejillones (23 08'), de L.S.

El acantilado se presenta muerto, continuo con pequeñas interrupciones, orientado N-S, su morfología se hace más irregular hacia el sur y su altura llega a 1.500 en Tocopilla y el resto a 1.000 m.s.n.m. La pendiente oscila entre los 21 y 33. Al interior se encuentra un

sector montañoso con cordones de ejes irregulares y pendientes suaves. Estos se encuentran disectados por largos lechos de quebradas muertas e irregulares, por ejemplo la Qda. Tomas (700 m.).

Co. Buena Vista 1.156 m.

Co. Lealtad 1.631 m.

Co. Urbina 1.437 m.

UNIDAD IX Península de Mejillones
entre (23 08' y 23 31'), de L.S.).

El acantilado continuo se termina en Mejillones, al sur se presenta irregular, discontinuo y tiende a desaparecer confundiendo con el sector montañoso que se presenta

discontinuo y a 20 Km. al interior de la costa.

La península: en ella se observa un cordón montañoso denominado "península Moreno" cuya extensión es de 10 Km. de largo y 6 Km. de ancho. Su altura máxima es el Co. Moreno con 1.148 m.s.n.m. La pendiente es de 21 y la orientación es N-S.

UNIDAD X Antofagasta (23 31') a
Cta. Coloso (23 46'), de L.S.

El acantilado se presenta muerto, discontinuo y muy irregular y tiende a confundirse con el sector montañoso que se encuentra junto a él. No presenta una clara orientación y su pendiente oscila entre 11 mínimo y 26 máximo.

Al interior se encuentran pequeños salares como por ejemplo: el salar del Carmen (519 m.).

UNIDAD XI Cta. Coloso (23 46') a
Taltal (25 24'), de L.S.

El acantilado adquiere lentamente su morfología propia, encontrándose muy irregular.

En algunos sectores se encuentra muerto y en otros vivo, se intercalan, tienen mayor cantidad de quebradas que lo intersepan hacia el sur (Cta. Yumbes). Orientación N-S preferentemente. Su pendiente va entre los 30 y 32.

Al interior existe un sector montañoso, pero el límite entre este y el acantilado no se aprecia.

Los cordones montañosos tienen una orientación preferentemente W-E con algunas sierras:

Sierra Vandurria
Sierra V. Mackenna
Sierra del Muerto.

Con alturas que oscilan entre 1.500 y 2.400 m.s.n.m.

Estas sierras están separadas por profundas quebradas con igual orientación: qda. Grande, qda. Vandurria, qda. San Ram025n, etc.

Al interior, a unos 20 a 25 Km. se encuentran pampas, por ejemplo: pampa Remedios (1.750 m.s.n.m.).

UNIDAD XII Taltal (25 24') al
Limite Regional Sur (26 00'), de L.S.

No hay presencia de acantilado continuo, sino una morfología montañosa de sierras, cuya orientación principal es de NE-SW, la que depende de la orientación de las quebradas, por ejemplo: qda. Cifuncho (NE-SW).

Las sierras son de baja altura, entre 400 y 800 m.s.n.m.:

S. San Pedro 472 m.

S. Velada 799 m.

Cos. Monto de Agua 595 m.

Esta unidad es posible continuarla hasta el límite sur de la Segunda Región.

CHAPTER TWO: THE PRESENCE OF FOG IN THE ATACAMA REGION AND
WATER CONSUPTION IN RURAL SETTLEMENTS.
The macro and mesoscale: Region III.

LA PRESENCIA DE NEBLINA EN LA REGION DE ATACAMA
Y EL CONSUMO DE AGUA EN ASENTAMIENTOS RURALES

Macro y mesoescala: III Region.

El área de estudio comprende la parte Sur de la II región y la III región de Atacama en una franja litoral de 25 km.

Su principal objetivo consistió en conocer en la forma más completa posible todos los sectores con potencialidades para la captación de camanchaca.

La población del lugar fue estudiada en función de el número de establecimientos rurales, el número de poblados y el tipo de abastecimiento de agua. Todo esto con el fin de reconocer en una extensa área de aproximadamente 450 km. el potencial de captación y la cantidad de población que podrá ser beneficiada con el recurso.

Se tomó sólo la población rural debido a que la experimentación hecha en El Tofo está orientada hacia este tipo de asentamiento, pero dado que los resultados han sido muy favorables con respecto a la recolección de agua, se ve como una próxima etapa importante el análisis de la población de ciudades como Iquique, Antofagasta, Tocopilla y Pisagua. Las que tienen barrios marginales que podrían ser parte de un programa mayor.

METODOLOGIA:

De acuerdo con los objetivos planteados, la metodología empleada se puede resumir de la siguiente manera:

Objetivo N#1: Detectar en el litoral de la III región y parte Sur de la II región áreas de mayor potencial de captación de agua de neblina.

1.- Revisión de patrones geográficos previamente establecidos en proyecto DIUC 122/82 de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

A la luz de las investigaciones que se han realizado desde 1982 en adelante en la región de Coquimbo, se hizo una revisión de las áreas establecidas en su oportunidad y se corroboró la presencia de neblinas mediante encuestas a lugareños. Además se hizo un balance de las experiencias realizadas en la zona desde ese año.

Una vez determinados los patrones, se hizo un análisis cartográfico a escala 1:50.000 desde la localidad de Paposo hasta Carrizalillo.

Establecimiento de áreas a macro escala con potencial de captación mediante análisis geomorfológico (unidades homogéneas).

2.- Delimitación del área en estudio:

El área de estudio fue determinada como el litoral de la III región tomada desde la línea de costa hasta 25 km. al interior.

3.- Confección de una carta base:

Se eligió la carta topográfica del Instituto Geográfico Militar, escala 1:50.000 con curvas de nivel cada 25 m. y curvas madres cada 100 m.

3.3.- Análisis de las variables más relevantes y ubicación geográfica de los sectores detectados en la carta topográfica.

a.- Localización de las coordenadas geográficas: Se hizo en forma aproximada la ubicación de los límites de cada sector, tratando en la mayoría de los casos de abarcar las cotas correspondientes a la presencia de la neblina, es decir a partir de los 500 m.s.m. En algunos casos fue necesario ubicar las coordenadas de las cumbres, especialmente en los cordones que tienen más de un eje principal.

b.- Ubicación de las cumbres de los sistemas: En la carta topográfica, se ubicaron las cotas máximas de los relieves positivos y los nombres que figuran en esta misma carta. Solo se tomaron en cuenta las cumbres con cota superior a los 500 m.s.m.

c.-Ejes principales: Para conocer la longitud del eje de los macizos montañosos y por lo tanto el área de intercepción de la neblina, se trazaron líneas que unen puntos de cumbres y se midió su extensión en km. desde la cota 500m. Asimismo, la dirección de estos ejes se entregó ubicando la línea de eje con

respecto a los puntos cardinales. Para conocer la orientación fue necesario ubicar su perpendicularidad. En aquellos macizos con varias direcciones la longitud fue calculada sólo en el eje principal o el más largo.

d.-Distancia media a la línea de costa: Una vez ubicada la dirección del eje principal, se calculó la distancia al mar en una recta perpendicular a la línea de cumbres o eje. Para conocer el promedio se tomaron cada una de las cumbres que componen el macizo.

e.-Altitud media: Se calculó el promedio en base a cada una de las altitudes de las cumbres que componen el macizo.

4.- Selección de áreas prioritarias:

Se realizó un análisis detallado de los elementos geográficos que condicionan el potencial de captación de camanchaca para seleccionar, en una primera instancia, los sectores que cumplen con el mayor número de requisitos de acuerdo a las siguientes variables:

a.- Altitud de las cumbres y altitud media del macizo montañoso.

b.-Orientación de los ejes principales con respecto a los vientos predominantes de la zona.

c.-Distancia de las distintas cumbres a la línea de costa y la distancia promedio del macizo montañoso.

d.-Presencia, a sotavento de la unidad morfológica, de una cuenca sedimentaria.

e.-Presencia a sotavento de la unidad de un valle de río o estero.

f.-Ubicación dentro de un valle de río o estero que sirva de corredor o pasaje al viento.

5.- Verificación de los resultados obtenidos a través del análisis cartográfico hecho en laboratorio:

En esta etapa se realizaron varios viajes a terreno con el fin de inspeccionar cada una de las unidades escogidas en la preselección hecha en la carta.

En estas visitas, se comprobaron si las variables detectadas estaban influyendo decisivamente en la presencia de la camanchaca. En un buen número de casos fue necesario ascender los cerros que no tenían accesibilidad para vehículos, por ejemplo, Cerro Negro en Carrizal Bajo, Cerro Los Puercos en Carrizalillo y Cerro Obispo proximo a Caldera, etc.

La vegetación en la mayoría de las unidades era el indicador más eficaz para corroborar la presencia de la neblina y su núcleo de máxima densidad, pero, desgraciadamente, la acción antrópica en el litoral es muy fuerte.

Si bien el sistema de encuestas a los lugareños no es el método más adecuado para conocer los sectores de camanchaca, en esta oportunidad, en terreno se ubicaron residentes de las áreas seleccionadas y fueron interrogados con una pauta estándar para conocer el grado de presencia de la neblina.

En nuestro estudio, ha resultado ser bastante eficaz, por cuanto permitió saber los niveles de altitud y penetración en los valles.

Cabe hacer presente, que algunos sectores que en nuestro análisis de laboratorio, habían parecido interesantes, después de la visita de terreno fueron descartados por presentar alguna condicionante negativa que no había sido reflejada en el mapa topográfico.

Objetivo N#2: Detectar en el litoral de la III región y parte de la II región, localidades pobladas que podrían eventualmente abastecerse de agua de neblina. Asimismo, se investigó en forma preliminar sus características demográficas y su demanda y abastecimiento de agua potable.

a.- Revisión cartográfica a escala 1:50.000 para detectar asentamientos humanos.

b.- Revisión de los antecedentes censales del año 1982 en las localidades detectadas.

c.- Recorrido en terreno de toda el área estudiada para conocer y verificar los datos obtenidos en la cartografía y en el censo. Aquí se recurrió a la fotografía aérea, y se rastreó el área en forma exhaustiva en cuatro oportunidades.

d.- En algunas localidades se hizo un levantamiento de datos sobre el abastecimiento de agua.

Es interesante destacar en esta parte de la metodología que el levantamiento de la información sobre la cantidad de agua utilizada en los distintos pueblos es muy difícil de hacer, ya que la calidad de las respuestas de las personas encuestadas es muy deficiente. Por esta razón se realizó un trabajo espacializado en la localidad de Chungungo (Memoria para optar al título de geógrafo de la srta. Marcela Suit), con el fin de poder establecer una metodología adecuada a este tipo de problemas.

También es importante aclarar que la información del censo es en algunas oportunidades poco certera, ya que por ser una zona pesquera y minera, tiene grandes fluctuaciones de población según la demanda de recursos, la fluctuación de los precios o el agotamiento del recurso. A modo de ejemplo, en el lugar Las Bombas, el censo de 1982 da una población de 455 habitantes; el año 1987 no habían más de 100 personas, y el 88, por el aumento del precio del cobre y de la baritina, bordeaba la cifra de 250 personas.

Objetivo N#3: Correlacionar las áreas pobladas con las áreas potenciales de captación de agua de neblina.

a.- Se hizo un mapa sistematizado de todos los cordones montañosos detectados con su localización exacta.

b.- Se hizo un mapa con la localización de los asentamientos humanos con su correspondiente jerarquía según número de habitantes y forma de abastecimiento de agua.

c.- Del análisis de ambos mapas o sobreposición de ellos, se puede conocer con facilidad las áreas de mayor interés.

RESULTADOS:

a) SECTORES DE CAMANCHACA.

Del análisis cartográfico y verificación en terreno, se detectó en el área de estudio (parte Sur de la II región y la III región) diversas unidades geomorfológicas con características muy específicas y distintas entre sí. A estas áreas se les denominó Áreas Homogéneas a Macro Escala. Son las siguientes:

I.- Área Paposo - Chañaral: Esta unidad se caracteriza por tener dos formas predominantes: una cordillera costera que termina en un abrupto acantilado muerto, y planicies litorales de ancho mínimo.

La cordillera de la Costa en este sector se presenta alta (con cumbres de más de 2.000 m), maciza, con depresiones interiores de origen tectónico y con valles de direcciones diversas (quebradas como la del Despoblado, que desemboca en Paposo o similares a las tectónicas de la Sierra Vicuña Mackenna de más al Norte). Las primeras formas son conductos expeditos para la penetración de la niebla: y las segundas se constituyen en áreas de baja presión que succiona y atrae el estratocúmulo desde el mar.

Las planicies litorales son muy angostas, incluso hay sectores donde el acantilado cae directamente al mar, y el promedio de ancho no sobrepasa los 2 kilómetros. Las cimas que se enfrentan al mar en la parte correspondiente al acantilado tienen alturas fluctuantes entre los 700 y los 1.000 m.

II.- Área Chañaral - Caldera: el relieve se presenta en estado desordenado. Se trata de un área montañosa con cordones interrumpidos por grandes quebradas que desembocan a las planicies litorales. Las montañas son de altitudes próximas a los 1.000 m. y se continúan hacia el interior en forma maciza, pero con altitudes menores que en el de más al Norte. No se trata de un acantilado costero propiamente tal, sino que una sucesión de cordones con diferentes orientaciones.

La planicie litoral es prácticamente continua, salvo en pocas ocasiones, pero su anchura promedio no sobrepasa los 3 kilómetros. Es el áreas de taffonies y de restos de antiguos fondos marinos e islotes, hoy emergidos.

III.- Area Caldera - Puerto Viejo: este sector es poco interesante desde el punto de vista de la neblina, por cuanto las terrazas litorales son muy extensas, los cerros costeros se internan varios kilómetros desde la línea de la costa (más de 20 km.)

IV.- Puerto Viejo - Huasco: Esta área se caracteriza geomorfológicamente por presentar acantilados vivos en su parte Norte de altitudes aproximadas a los 30-40 m; una planicie litoral alta extensa de un ancho variable (hasta 10 km.) y de alturas sobre el nivel del mar cercanas a los 60 m, y los cerros costeros son bajos, salvo excepciones, en general, sus altitudes son próximas a los 700 m. Hacia el Sur de esta área, disminuyen los acantilados vivos y comienzan terrazas litorales a distintos niveles. También se encuentran mayor número de playas, especialmente hacia la desembocadura del Huasco.

V.- Huasco - Carrizalillo: presenta en las inmediaciones del río Huasco un cordón de cerros altos (1.000 m) que se prolonga por varios kilómetros con interrupciones hechas por las desembocaduras de antiguos valles fluviales. Hacia el sur, los cerros se presentan en forma aislada pero son interesantes desde el punto de vista de la presencia de niebla debido a su altitud, la que llega hasta los 1.000 m.

A meso escala, en cada una de las Unidades Homogéneas se seleccionaron cordones montañosos con potencial de neblina en función de los parámetros establecidos.

Ochenta y siete cordones presentan potencial para la captación de agua de niebla en toda el área de Atacama. El 27% de ellos se encuentra a distancia inferior a 10 km de la línea de costa; el 33% a distancia entre 10 y 20 km de dicha línea, y el resto, sobre los 20 km, situación que solo es interesante cuando hay un valle de penetración que lo intercepta en forma perpendicular. El 50% de estos cordones tiene longitudes de su eje principal inferior a 5 km, 44% entre los 5 y 19 km, y solo el 6% supera los 10 km de longitud. El 40% de los cordones presenta la orientación más adecuada, es decir NW - SE, interceptan los vientos predominantes que en la zona provienen del SW.

Cordones Montañosos según Áreas Homogeneas:

I.- Paposo - Chañaral: El área entre Paposo y Pan de Azucar tiene un acantilado costero abrupto con altitud promedio 1.000 m. Por esa razón, sobresale toda el área como apta para la captación de camanchaca. Especial mención cabe hacer de lugares como Mina Santo Domingo, Paposo, El Médano y Taltal. En el análisis se marcaron sólo las áreas que fueron analizadas en terreno.

Los siguientes sectores son interesantes a partir de Pan de Azucar:

- Las Cañas
- Sierra del Castillo
- Sierra Pan de Azucar (próximo está Las Bombas)
- Sierra Minillas (a)
- Sierra Minillas (b)

II.- Chañaral - Caldera: en este sector se escogieron los cerros aislados y algunos cordones montañosos de escaso eje longitudinal:

- Sierra del Potrero (Cerro El Obispo)
- Sierra Aspera
- Sierra San Patricio
- Sierra El Milagro
- Portezuelo Quebrada Guamanga
- Sierra de Las Animas
- Sierra Flamenco
- Portezuelo Quebrada Salitrosa
- Sierra Sin Nombre (23 34 - 26 38 S)
- Sierra Peña Blanca
- Sierra Pajonales
- Sierra de Leones
- Sierra Patacones
- Sierra Siete Vejas
- Cuesta El Toro
- Sierra La Seda
- Sierra La Seda Portezuelo
- Cerro del Vejaró
- Tramo b) Sierra Albayar
- Tramo c) Sierra Albayar
- Sierra de Las Animas
- Sierra Sin Nombre (26 25 - 26 29 S)

III.-Caldera - Puerto Viejo: Sólo siete cordones montañosos se seleccionaron en esta área y todos están a una distancia superior a los 20 km, de modo que su potencial es dudoso. Debiera medirse con instrumentos para conocer la realidad. Es interesante notar la presencia de cactus en las sierras.

- Cerro Roco
- Sierra Algarrobo A)
- Sierra Algarrobo B)
- Cerro Gloria - Cerro Negro de Pastenes
- Sierra La Gloria
- Sierra Sin Nombre (27 16 - 27 17 S)
- Sierra Sin Nombre (27 15 - 27 17 S)

IV.-Puerto Viejo - Huasco: Este sector es interesante por el gran número de cordones montañosos que se encuentran, pero no todos tienen las distancias adecuadas, si bien hay cerros muy próximos a la costa. A continuación se anotan:

- Sierra Retamilla
- Cerro Veladero
- Sierra Colorada
- Portezuelo Sierra Retamilla
- Sierra Loma Quemada
- Sierra Montosa
- Cerro Polola
- Cerro Negro (próximo a Carrizal Bajo)
- Cordón de la Cachina
- Portezuelo Quebrada Yerbas Buenas
- Cerro del Carrizal A)
- Cerro del Carrizal B)
- Cerro Sin Nombre
- Cerro Los Chinchas
- Sierra de Los Quemados
- Cordón Alambrada
- Sierra Chichana
- Cerros El Buitre
- Sierra Capote
- Portezuelo Quebrada Agua Salada

V.-Huasco - Carrizalillo: También en este sector se encuentra un buen número de cordones con potencial para la captación, son los siguientes:

- Portezuelo Quebrada Carrizalillo
- Cerro Viscachas
- Cordón del Carrizo
- Cerros Romero A)
- Cerros Romero B)
- Portezuelo Quebrada Carrizalillo
- Portezuelo El Sauce
- Cerros del Aguila

- Portezuelo Quebrada Tongoy
- Portezuelo Quebrada La Arena
- Cordón La Totora
- Portezuelo Quebrada San Juan A)
- Portezuelo Quebrada San Juan B)
- Portezuelo Cuesta La Arena
- Cordón El Chicol
- Loma de El Medio
- Loma del Buitre
- Portezuelo Quebrada Honda A)
- Portezuelo Quebrada Honda B)
- Portezuelo Quebrada Honda C)
- Lomas Blancas
- Morros La Chascuda
- Portezuelo Quebrada Chañaral
- Portezuelo Quebrada El Morado
- Portezuelo Quebrada Las Brevas
- Morros Las Tracas
- Portezuelo Quebrada San Juan
- Rincón Los Ratones
- Cerros La Cachina
- Portezuelo Quebrada La Vaca
- Portezuelo Quebrada Cortadera
- Gato Negro (Cerro Los Puercos - Carrizalillo)
- Mina Alto Cielo.

Una vez establecidas las Unidades Homogeneas a Macro Escala, se seleccionó en cada una de ellas el cordón que parecía ser el de mayor potencial, o el que tenía población cercana y por lo tanto se podía medir periódicamente. Allí se instalaron neblinómetros.

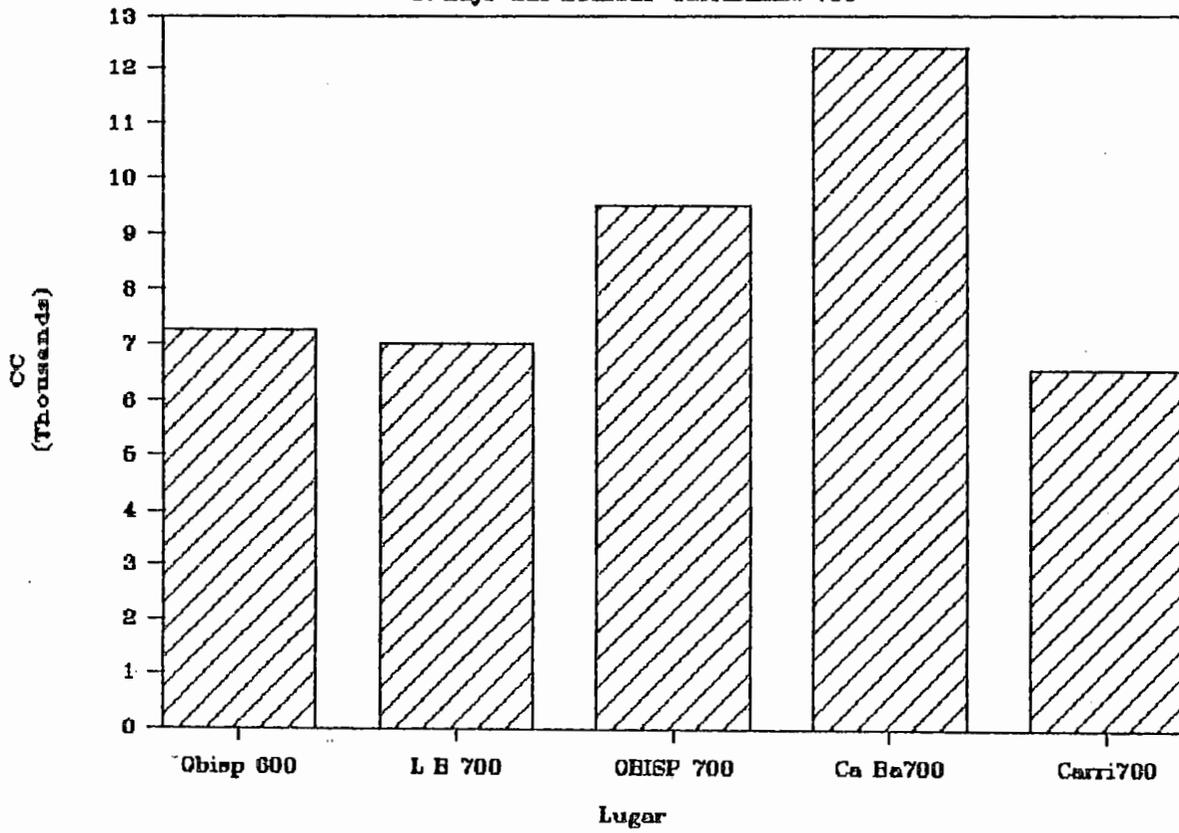
Como se dijo, el nivel de la información recopilada a lo largo de un año de mediciones es deficiente, principalmente por la toma de los registros hechos por los lugareños y alto costo que significa viajar todos los meses en el caso de desperfecto de los instrumentos.

En todo caso, los datos que a continuación se presentan, son elocuentes y son comparables entre si. Se ha descartado toda información que podría ser dudosa, dejándose sólo los meses del año de medición que son realmente confiables.

En el gráfico N# 1 se puede ver que el neblinómetro ubicado en el Cerro Negro, próximo a la localidad de Carrizal Bajo, es el que más registró durante el mes de Julio. Le sigue el instrumento instalado a los 700 m en el Cerro El Obispo, mostrando diferencia entre esa altitud y los 600 m, donde se instaló otro aparato medidor. Captaciones similares se encontraron en Las Bombas y Carrizalillo. (Gráfico N# 1)

GRAFICO N#1 Julio 1988 Obispo 600-700

C. Bajo-Las Bombas-Carrizalillo 700



El Cerro El Obispo se encuentra entre Chañaral y Caldera, tiene una altitud de 800 m y fue medido durante un año a distintas alturas: 600, 700 y 800 m. Las Bombas es un caso muy interesante por cuanto se encuentra a una distancia de 20 km de la línea de costa, pero la niebla penetra a través de la Quebrada Pan de Azúcar y uno de sus afluentes. Carrizalillo, en cambio está próximo al mar, es un cerro que tiene la ladera barlovento muy abrupta y se encuentra entre el llano de la planicie litoral (4 km) y la quebrada de Carrizalillo. El Cerro Negro de Carrizal Bajo tiene excelente potencialidad por estar localizado a menos de 2 km de la costa y por enfrentarla perpendicularmente.

En el gráfico N# 2, se destaca el hecho de que no siempre a lo largo del año, un sector es mejor que otro u otros, sino que dependiendo de la altura del techo de la nube, la captación será mejor en una u otra altitud. En dos meses (junio y agosto) el neblinómetro de Carrizalillo a 700 m registra una captación considerablemente mayor que los de Las Bombas, en cambio es superado ampliamente en junio y septiembre. Es interesante notar que Las Bombas en estos meses a los 600 m es relativamente estable en su captación.

En el gráfico de abril a julio 1988 donde se compara a los 700 metros los neblinómetros de Las Bombas, Carrizal Bajo y Carrizalillo, se visualiza que la captación es en Carrizal Bajo, muy superior en los meses de abril, mayo y junio, Las Bombas 700 m el nivel de captación es muy parejo y Carrizalillo es altamente fluctuante. (Gráfico N# 3).

De acuerdo a la comparación hecha en el gráfico N #4 entre las localidades de Carrizal Bajo y Carrizalillo, cabe destacar la mayor captación del cerro Negro de Carrizal Bajo. (Gráfico N# 4).

El gráfico N# 5 es interesante porque muestra la fluctuación de la captación de neblina en un periodo de trece meses. En el año 1988, la mayor captación se registró en primavera, es decir en los meses de octubre, noviembre y diciembre. La menor captación se dio en julio del 88 y febrero de 1989. Los primeros cinco meses del año 1988 son relativamente parejos oscilando las recolecciones de agua entre los 18.000 cc y los 28.500 cc. (Gráfico N# 5)

Los gráficos #6 y #7 son interesantes cuando se comparan entre sí, porque muestran que dependiendo de la altura del estratocumulo la captación es opuesta, por ejemplo, la mayor captación en los 600 m se da en octubre y noviembre, en cambio en los 700 m en esos mismos meses la colección es deficiente. Igual fenómeno ocurre, pero a la inversa en los meses de abril, mayo, junio y julio. (Gráficos #6 y #7). En los gráficos #8 y #9 el fenómeno vuelve a repetirse en el mes de agosto. (Gráficos #8 y #9). En todo caso, este aspecto requiere mayor estudio.

GRAFICO N#2 Junio-Septiembre 1987

Las Bombas 600-800 Carrizalillo 700

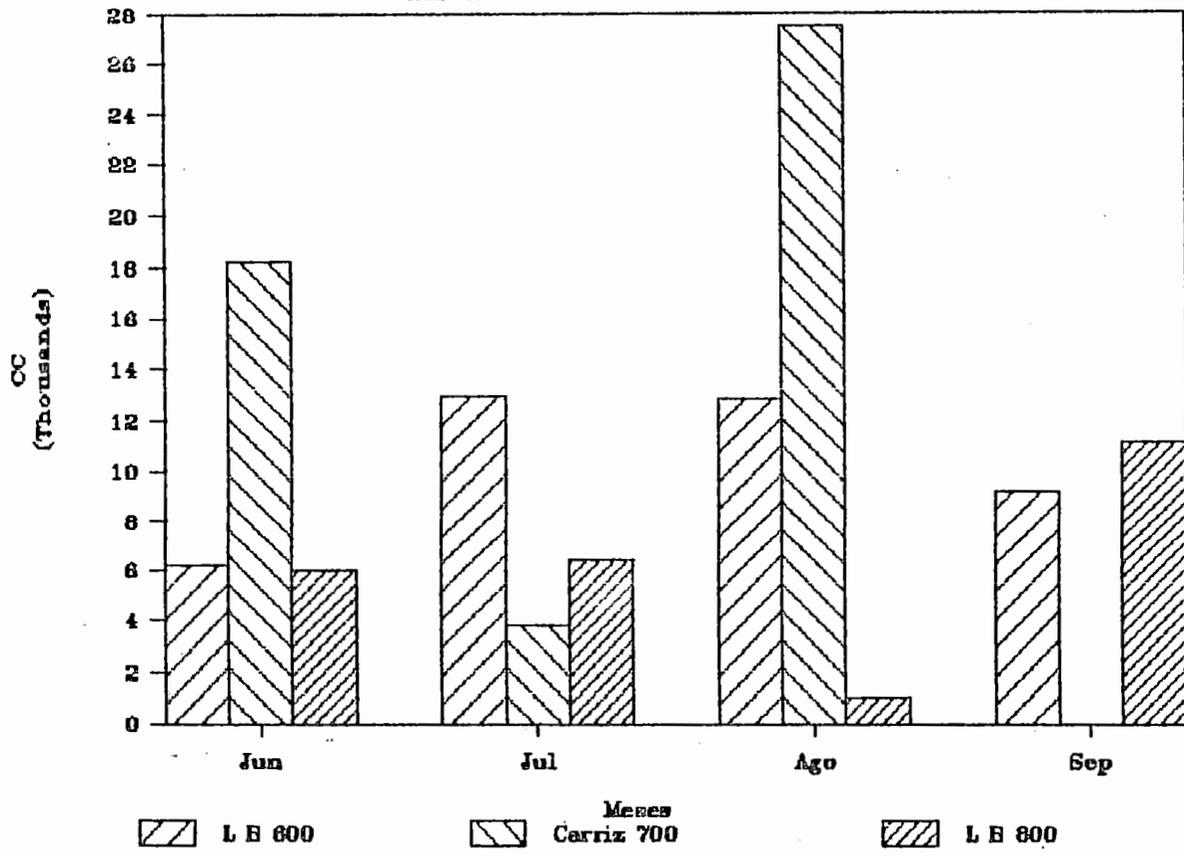


GRAFICO N#3 Abril-Julio 1988

Las Bombas, C. Bajo, Carrizalillo 700

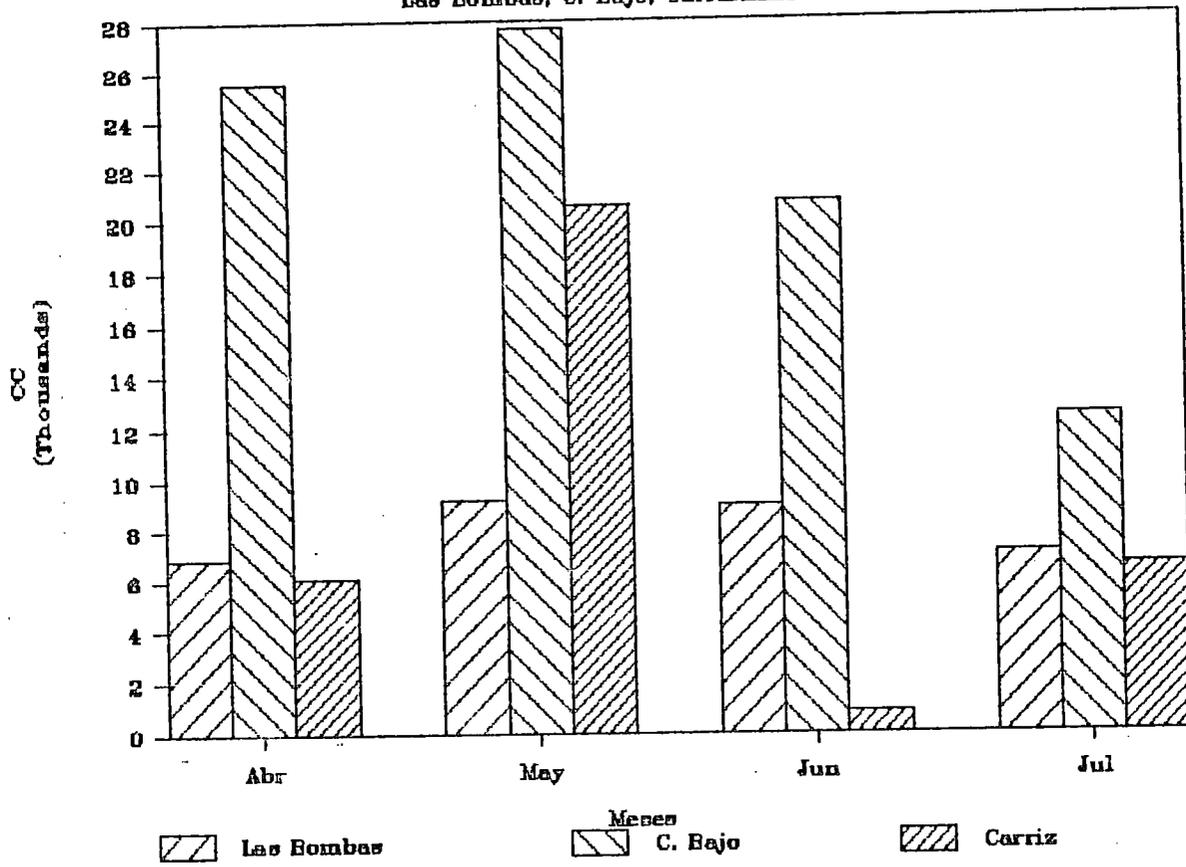


GRAFICO N#4 Diciembre 1988, Enero 1989

Carrizal Bajo-Carrizalillo 700

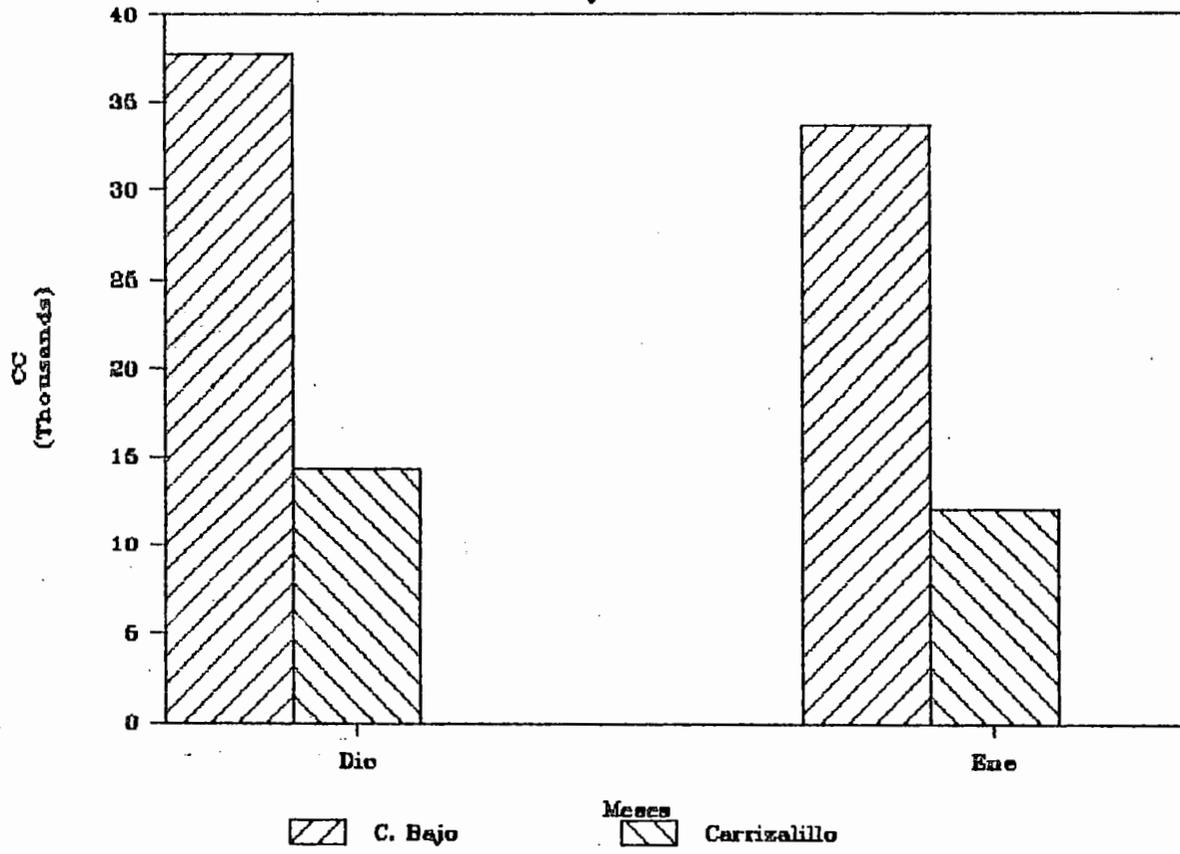


GRAFICO N#5 Enero 1988. Febrero 1989

Carrizal Bajo 700 Mts.

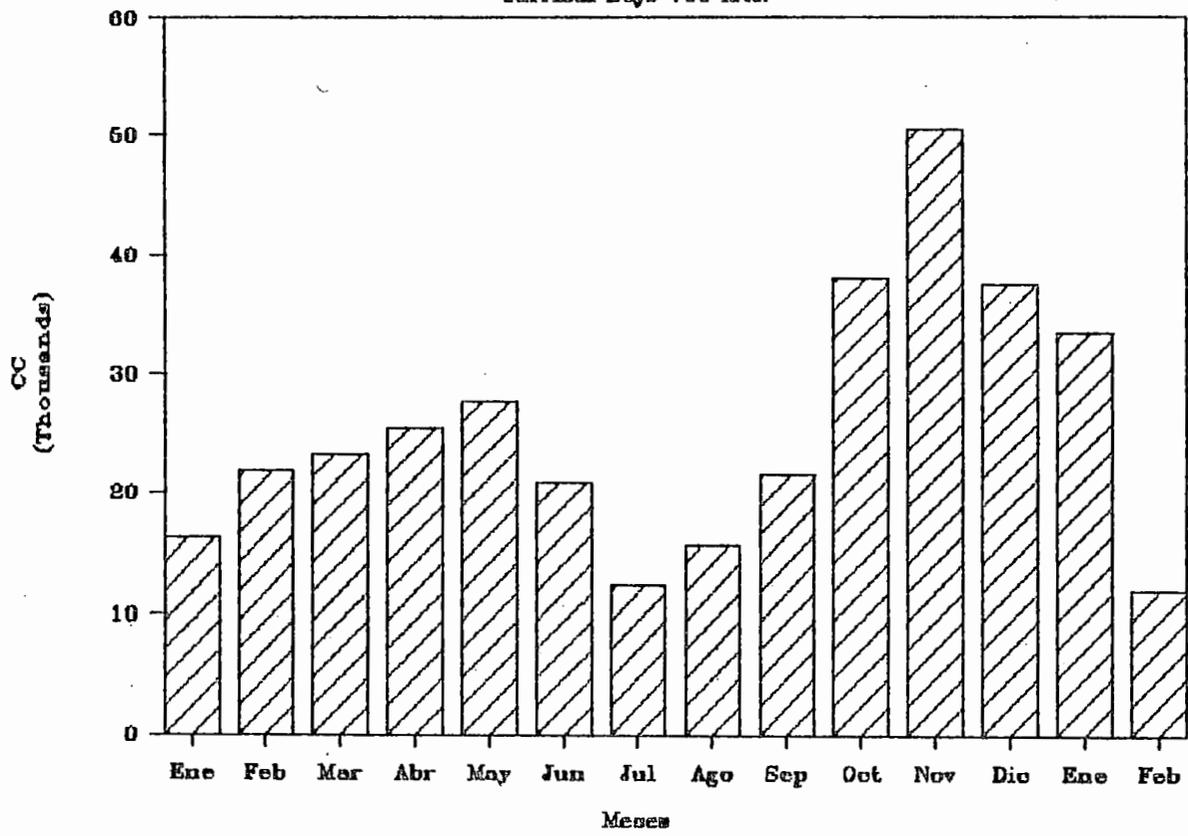


Grafico N#6 Septiembre 1987, Julio 1988

Las Bombas 600 Mts.

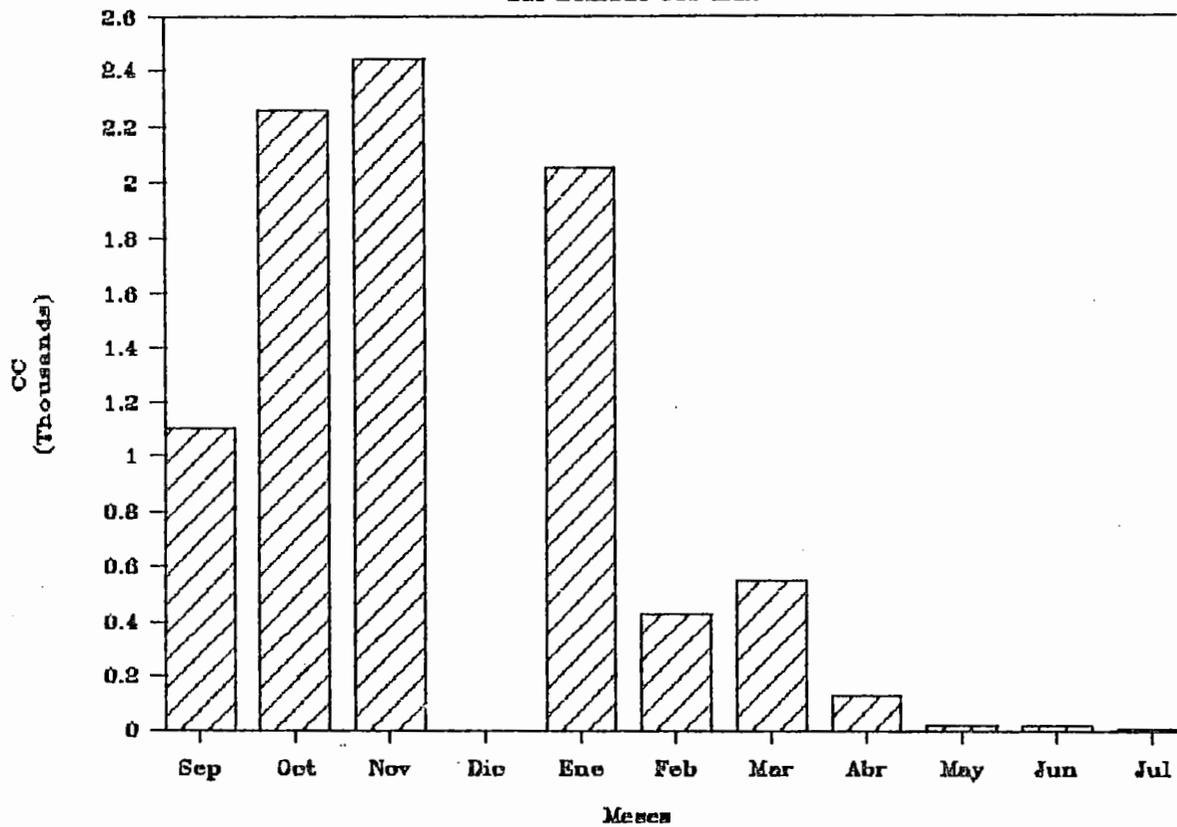


Grafico N#7 Septiembre 1987, Julio 1988

Las Bombas 700 Mts.

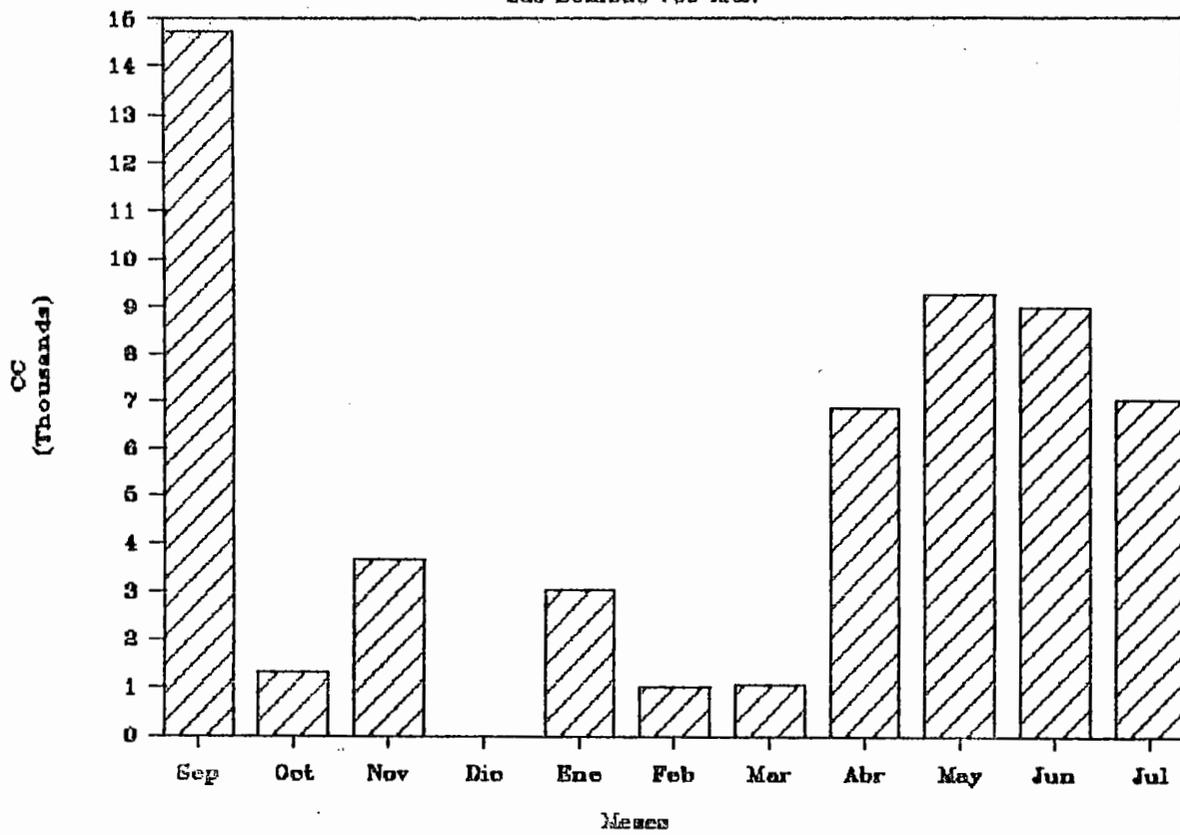


Grafico N#8 Junio 1987, Septiembre 1987

Obispo 600 Mts.

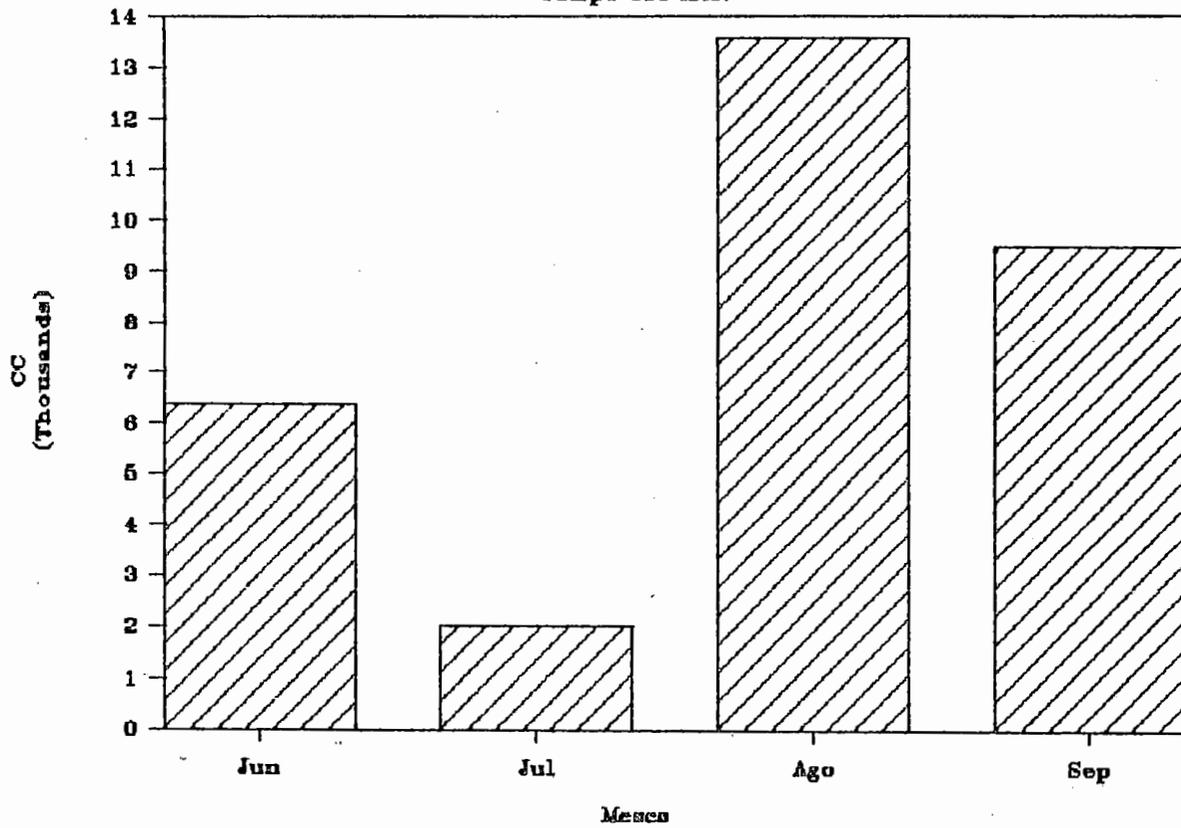


Grafico N#9 Junio 1987, Septiembre 1987

Obispo 800 Mts.



Copiando una metodología canadiense utilizada en el proyecto de neblinas ácidas en Quebec, se pidió a algunos lugareños del área de estudio, que todos los días durante algunos meses, en las mañanas, observaran la cima de algunas montañas escogidas y anotaran la presencia o ausencia de nubosidad en ellas, o en el caso de entrada o retirada de la misma anotaran las palabras "poca niebla".

Así después de un año de trabajo y de confrontación de datos, se han escogido los meses que merecen mayor confiabilidad en el registro. A continuación se entregan las tablas correspondientes.

Tabla N# 1

Mes de Febrero 1988

Carrizal Bajo

Obispo

Presencia	Días	%	Presencia	Días	%
si	15	51.7	si	10	34.5
no	5	17.2	no	11	38.0
poca	9	31.0	poca	8	27.5

Se concluye que el cerro Negro de Carrizal Bajo en el mes de Febrero tuvo mucha más niebla que el del Obispo. En el primero solo 5 días estuvieron despejados, en cambio en el Obispo 11 días no presentaron niebla. Es interesante notar que en Carrizal más del 80% de los días la cima de Cerro Negro permanece cubierta o parcialmente cubierta durante el día.

Tabla #2:

Mes de Noviembre 1988

Carrizal Bajo

Las bombas 700 m

Obispo

pres	días	%	pres	días	%	pres	días	%
si	16	53.3	si	11	47.8	si	16	53.3
no	12	40.0	no	9	39.1	no	7	23.3
poca	2	6.7	poca	3	13.7	poca	7	23.3

Tabla #3:

Mes de Diciembre 1988

<u>Carrizal Bajo</u>			<u>Las Bombas 700m</u>			<u>Obispo</u>		
pres	días	%	pres	días	%	pres	días	%
sí	13	49.1	sí	7	22.5	sí	10	32.2
no	8	25.8	no	24	77.5	no	8	25.8
poca	10	32.2	poca	0	0	poca	12	38.7

Tabla #4:

Mes de Enero 1989

<u>Carrizal Bajo</u>			<u>Las Bombas 700m</u>			<u>Obispo</u>		
pres	días	%	pres	días	%	pres	días	%
sí	8	30.8	sí	0	0	sí	15	48.4
no	10	38.4	no	19	82.6	no	9	29.0
poca	8	30.8	poca	4	17.4	poca	7	22.6

Del análisis de estas tablas, se desprende que el mes de noviembre es el que tuvo mayor cantidad de niebla de este período en todos los lugares. También es destacable que siempre hay más presencia de niebla en la zona de Carrizal Bajo. En Las Bombas, en el mes de Diciembre y el de Enero hay predominio de días despejados. En el Obispo siempre domina el cielo cubierto de acuerdo a estas observaciones.

b) LOCALIDADES POBLADAS Y AGUA POTABLE

En el área de estudio, franja de 25 kilómetros desde la línea de costa hacia el interior entre Paposo y Carrizalillo, existen 36 localidades rurales pobladas, según el censo de 1982, con un volumen de población de 2.834 personas. De estas localidades, 21 fueron corroboradas en los trabajos de terreno efectuados entre 1987 y 1989 determinándose un volumen de población para ellas, de 1293 habitantes.

En estos trabajos de terreno se visitaron además 10 localidades que no figuran en el censo y que hoy si estaban habitadas y elevan el total de población a 1750 personas. En las localidades situadas entre Huasco y Vallenar, si bien son de importancia, no fue verificada su población ya que ellas cuentan con abastecimiento seguro de agua, tanto para el uso doméstico como para la actividad agropecuaria.

La población de muchas de estas localidades, especialmente aquellas que tienen relación con la actividad pesquera o minera, presentan una notoria variabilidad en el volumen de población. Esto explica las diferencias que se producen no sólo entre los datos del censo y los de terreno, sino que también las diferencias entre las diversas visitas efectuadas en el periodo indicado, situación que se puede apreciar en la tabla #5.

Las localidades visitadas fueron clasificadas en atención a las características de las viviendas y a la permanencia de la población. En el mapa correspondiente se distinguen las localidades con viviendas precarias y permanentes.

Algunas localidades presentan condiciones particulares en cuanto a las características mencionadas. Es el caso, por ejemplo, de Cifuncho y Pajonales. En estas 2 caletas las viviendas que allí se encuentran son de condición muy precaria, hechas con materiales propios de las habitaciones temporales de fácil y rápido traslado y en gran parte desechables. Sin embargo, la población que allí existe ha permanecido en el lugar por más de 8 años consecutivos. Por otro lado se encuentran los balnearios, como por ejemplo, Rodillo, Villa Alegre, Portofino, los cuales cuentan con casas bien establecidas, ocupadas en las épocas de vacaciones y en algunos fines de semanas, permaneciendo gran parte del año vacías y sólo a cargo de un cuidador, el cual no contó para la clasificación de temporal o permanente. Cabe hacer notar que en muchos lugares las proporciones de ambos tipos de poblamiento son significativas, efectuándose la clasificación según la mayor de ellas.

Los movimientos de la población de la caletas y balnearios tienden a cumplir un ciclo en términos anuales, que en los balnearios está determinado por las épocas de trabajo y descanso y en las caletas está influido por los recursos del mar en cuanto a vedas, comercialización y abundancia. En las localidades mineras esta alternancia de la población no se presenta con tanta frecuencia, pero cuando ello ocurre tiende a ser más permanente en el tiempo. Por ejemplo, en las Bombas, el censo indica una población de 455 personas, conformada por la posada del lugar más algunos yacimientos mineros, entre los cuales destacaban una mina de baritina y la mina Carrizalillo. En cambio en las visitas a terreno se apreció que algunas de estas minas estaban cerradas o funcionando parcialmente y que otras se aprestaban a funcionar en mayor medida dentro de un tiempo más, alcanzando la población total en estas ocasiones a sólo 93 personas.

Tabla N#5

LOCALIDAD	1982 Censo	1987 mayo	1987 junio	1987 sept	1988 mayo	1988 juli	1989 ener
Paposo	244	---	---	---	280	---	235
Santo Domingo	60	---	---	---	250	---	---
Cifuncho	63	---	---	---	---	---	50
Las Bombas	455	93	---	250	---	---	---
Pan de Azucar	2	---	---	---	---	54	38
La Puntilla	3	0	0	0	0	0	0
Los Medanos	-	1	---	---	---	---	1
Poza Los Toyos	2	---	---	---	---	---	---
Portofino	-	8	8	---	---	8	18
Villa Alegre	1	0	0	---	0	---	28
Flamenco	23	3	18	---	6	---	200
Flamenquito	4	---	---	---	6	---	4
Torre del Inca	0	1	1	---	---	1	2
Obispo	-	13	10	10	10	10	41
Obispito	-	6	4	---	4	---	8
Incabus	-	2	---	---	---	---	---
Rodillo	-	0	---	---	---	---	180
Ramada	-	6	---	---	---	---	86
Loreto	-	---	---	---	---	---	40
Calderilla	-	---	---	---	---	---	---
Bahía Inglesa	54	---	---	---	---	---	---
Puerto Viejo	63	---	---	---	---	55	100
Est. Monte Amargo	18	---	---	---	---	---	---
Barranquilla	-	---	---	---	---	6	---
Bahía Salado	-	---	---	---	8	13	---

LOCALIDAD							
Pajonales	-	---	---	---	---	36	12
Total Bajo	-	---	---	---	16	12	8
Total	155	---	---	---	120	---	---
Carrizal Bajo	153	100	---	---	---	---	---
Canto del agua	37	---	---	---	---	---	---
Qda Oriente	3	---	---	---	---	---	---
Los Pozos	5	0	---	---	---	36	10
Las Gualtatas	1	---	---	---	---	---	---
Los Pajaritos	4	---	---	---	---	---	10
Las Represas	1	---	---	---	---	---	---
Mina Resurgimiento	2	---	---	---	---	---	---
Sierra Capote	8	---	---	---	---	---	---
Los Toyos	2	0	0	---	0	---	5
Posada Aguilar	6	---	---	---	---	---	6
La Arena	184	---	---	---	---	---	---
Playa Grande	52	---	0	---	---	0	---
Quebradita	72	---	---	---	---	---	---
Las Tablas	199	---	---	---	---	---	---
Nicolasa	216	---	---	---	---	---	---
Los Loros	123	---	---	---	---	---	---
El Pino	172	---	---	---	---	---	---
Hinojos	8	---	---	---	---	---	---
Sarco	-	---	---	---	28	28	---
Caleta Chañaral	*	30	*	---	95	95	24
Carrizalillo	439	---	500	---	---	---	---
	2834						

(*) Población de caleta Chañaral incluida en carrizalillo

Disponibilidad y necesidad de agua

En cuanto a la necesidad y disponibilidad de agua potable es posible distinguir sectores dentro del área de estudio. Ellos son las áreas comprendidas entre :

Paposo y Chañaral;
 Chañaral y Caldera;
 Puerto Viejo y Huasco;
 Huasco y Vallenar;
 Huasco y el límite sur de la región de Atacama

En el sector Paposo-Chañaral la escasez de agua es manifiesta, especialmente en Paposo, y afecta incluso aun centro urbano como Taltal. Sin embargo, en el área de las Bombas, el agua no falta, ya que la actividad minera que demanda un alto volumen de ella obliga a traerla permanentemente. El

abastecimiento se hace desde la localidad de Agua Verde en la región de Antofagasta.

El sector comprendido entre Chañaral y Caldera se caracteriza por una serie de localidades pequeñas y que se benefician para el abastecimiento de agua de la aducción entre Copiapo y Chañaral. La mayoría de estos balnearios cuenta con empalmes a dicha aducción, los cuales a su vez abastecen de agua a quienes no lo están, ya sea en forma gratuita o vendiéndola. En uno de los casos analizados, el costo del agua llega a \$1000 al mes. En algunas caletas el consumo alcanza a sólo siete litros por persona al día.

En el sector Puerto Viejo-Huasco el agua debe ser transportada en tambores o camiones aljibes. Los lugares son de difícil acceso especialmente entre Bahía Salado y Carrizal Bajo, por lo distante y mala calidad de los caminos.

En la cuenca del río Huasco, los lugares localizados entre Vallenar y el puerto de Huasco disponen de agua proveniente del río, tanto para uso doméstico como para uso agrícola-ganadero.

El sector comprendido entre Huasco y el límite sur de la región, el agua también debe ser llevada por vehículos desde grandes distancias y a veces por caminos de difícil tránsito. En este sector, las localidades de Carrizalillo y Caleta Chañaral se ven favorecidas por la existencia de un pozo en las inmediaciones que les permite abastecerse desde una menor distancia de agua dulce, débilmente salobre. Esta agua, si bien no es de óptima calidad, sirve para el uso doméstico.

Dentro de las localidades rurales del área en estudio son de particular interés ciertos caseríos que se destacan por concentrar un pequeño núcleo de población estable, con pocas calles y con un incipiente comercio, donde la escasez y demanda de agua es el problema más acuaciante. Cuatro son los caseríos de este tipo: Paposó, Carrizal Bajo, Carrizalillo y Totoral. Este último lugar se ha omitido del análisis, por cuanto allí hay agua suficiente y de fuente cercana, que permite incluso el regadío de pequeñas parcelas. En los otros caseríos, para determinar el consumo y demanda de agua, se hicieron encuestas y se entrevistó a personalidades del lugar.

En Carrizalillo, el abastecimiento de agua, se hace mediante un camión aljibe, que envía la Municipalidad de Freirina, el cual se abastece de un pozo de agua dulce situado a 50 metros aproximadamente de la línea de alta marea. Este abastecimiento se efectúa una vez a la semana, aunque en ocasiones el período se alarga a 10 días. El costo del agua para los lugareños es de \$30

el tambor de 200 litros.

El camión demora 30 minutos aproximadamente en cargar su estanque la primera vez; luego toma hasta tres horas para que el pozo se llene nuevamente.

Por este factor de tiempo, el camión debe permanecer hasta dos días en el área.

En Carrizalillo se aplicó una encuesta que abarcó el 20% de las casas habitadas en ese momento. De los datos obtenidos se llegó a un promedio de 116 litros semanales por persona. Esto equivale a un consumo de 16,65 litros por persona al día. Considerando este promedio y la población que entrega el censo, el consumo total alcanzaría a 7309 litros diarios y a 51165 litros a la semana.

En un sector del caserío, aproximadamente la mitad de las casas cuentan con pozos de agua amarga-salobre no apta para bebida, pero sí el riego de olivos. En algunas casas se utilizaba para ciertos usos domésticos como lavado de ollas y eventualmente ropa.

En Carrizal Bajo, el abastecimiento de agua se hace mediante el camión aljibe que trae agua desde Vallendar. El Camión carga agua en la localidad de Canto del Agua, cuya calidad es inferior a la traída desde Vallendar. El camión cobra \$6000 por flete, los que son cancelados por la comunidad: cada familia debe pagar una cuota fija de \$400, la cual incluye el derecho a luz y al flete del camión. Sobre esta cifra se debe cancelar \$150 por tambor.

Se aplicó una encuesta sobre demanda y abastecimiento de agua que abarcó el 50% de las casas habitadas. Según los datos obtenidos el consumo promedio de 8 litros por persona. Si se excluye una alquería que allí opera y que se abastece de agua en forma particular, el promedio desciende tan sólo a 6 litros. A este bajo promedio de consumo debe agregarse como agravante la situación, el precio y la irregularidad del abastecimiento. En el momento de la encuesta hacía 23 días que el camión no repartía agua.

El agua de pozo que se puede obtener es salobre y sólo se usa en el lavado, pero siempre que se enjuague con agua dulce.

La población temporal, formada principalmente por gente de mar, no sufre los mismos problemas pues son abastecidas por vehículos particulares de los cuales depende para el comercio de

sus productos.

En Paposo, el agua es enviada por la Municipalidad de Taltal mediante el sistema de camión aljibe. La cantidad de agua que así se dispone es insuficiente por lo que la población debe recurrir a aprovisionamiento particular. En el mes de enero de 1989, se efectuó un levantamiento que abarcó a todas las casas del poblado, excepto las siete que no estaban ocupadas.

De acuerdo, al censo mencionado, se determinó que el consumo promedio de agua por persona al día llega tan sólo 5.6 litros, considerando tanto los aportes particulares como municipales. Si sólo se considera el agua entregada por la municipalidad, entonces el promedio baja a 4.1 litros por persona al día.

En los datos se incluye el agua recibida por la escuela (600 litros), porque esta proporciona agua a los habitantes del pueblo cuando se les acaba. Lo mismo sucede con la posta de primeros auxilios, la que recibe 500 litros.

Para afinar los resultados comentados, se tabuló el aporte municipal de las últimas cuatro semanas. En este período hubo problemas adicionales en el abastecimiento del agua: por una parte, había escasez en Taltal mismo, y por otra, el camión estaba en malas condiciones y perdía parte del agua que transportaba. Por esta razón, la mayor parte de la población había recibido menos de 200 litros e incluso algunos de ellos quedaron sin agua durante una semana. El promedio obtenido en este lapso fue aún más bajo, ya que sólo alcanza a los 3.1 litros semanales por persona.

La población también consume agua salobre de una aguada cercana, la que es utilizada en algunos menesteres domésticos y, en algunos casos, para riego de pequeños jardines.

De acuerdo a los datos obtenidos, son utilizados en promedio, 200 litros de agua salobre por persona por semana.

Finalmente, con los datos que se obtuvo se propone una jerarquización de las localidades estudiadas en cuanto a la urgencia de resolver un problema de abastecimiento de agua y las posibilidades de aprovechar para ello el agua de neblina. Para este último aspecto, se consideraron las características orográficas de los lugares y las mediciones efectuadas.

De acuerdo a estos antecedentes, se ordenó a las localidades según su prioridad del siguiente modo:

- Paposo
- Carrizal Bajo.
- Carrizalillo.
- Las Bombas.
- Cifuncho.
- Pajonales.

Aunque existen varias localidades sin población permanente, sólo temporal, ellas podrían abastecerse de agua de neblina con lo cual se facilitaría el asentamiento y ocupación del espacio, aunque sólo fuera en el aspecto turístico y para pescadores temporales. Entre otras, se destacan Pan de Azúcar y Los Pozos.

Otra localidad con problemas de agua y con un número de población relativamente importante es Puerto Viejo, pero las condiciones naturales que allí existen no permiten el uso de agua de neblina y además el río Copiapó desemboca a poca distancia.

CONCLUSIONES:

De acuerdo al análisis realizado sobre presencia de cordones montañosos aptos y la localización de asentamientos humanos y abastecimiento de agua potable, se puede concluir lo siguiente:

1.- En la Segunda región de Antofagasta, las localidades de Paposo, Santo Domingo y Cifuncho, podrían abastecerse de agua mediante la instalación de atrapanieblas ubicados en la ruptura de pendientes del Acantilado Costero y las serranías de la Cordillera de la Costa. Por ser una unidad homogénea que no tiene interrupciones, sólo sería necesario ubicar el lugar más próximo a cada localidad y conducir por gravedad el agua.

Santo Domingo, es una mina de cobre que tiene un adecuado abastecimiento de agua desde Agua Verde mediante un camión aljibe de más de 20 ton. de capacidad. En cambio Paposo y Cifuncho tienen graves problemas de abastecimiento.

2.- Desde el sector de las Bombas hasta Chañaral hay muy poco poblamiento, la localidad de Pan de Azúcar podría ser abastecida en forma fácil de agua potable. Las Bombas y una serie de pequeños asentamientos mineros de fluctuante población, también tienen posibilidades de abastecimiento mediante atrapanieblas; el problema que se visualiza en esa área está dado por la gran distancia de la línea de costa, pero las serranías, en los casos que están conectadas al litoral mediante valles de quebradas, son interesantes de experimentar.

En el tramo costero entre Pan de Azúcar y Chañaral, prácticamente no se encuentra población debido a que las aguas contaminadas del río Salado no permiten la extracción de recursos marinos. Es posible que una vez que entren en funcionamiento los nuevos sistemas de relave de Salvador y Potrerillos y el ciclo ecológico se restablezca, este sector será especialmente interesante para el asentamiento de explotadores de recursos marinos.

3.- Entre Chañaral y Caldera hay buenas posibilidades de captación de agua de niebla, especialmente en la sierra del Potrero (Obispo), el portezuelo de la sierra La Seda, sierra Peñablanca, y la sierra de Pajonales y de Leones. Debido a que la aducción de agua potable que abastece a Chañaral con recursos del río Copiapó pasa por la zona estudiada, no presenta interés actual de beneficiar a la población mediante el sistema de atrapanieblas.

4.- El sector comprendido entre Caldera y Totoral, está prácticamente despoblado. Por una parte, la gran planicie costera y por otra, la falta de asentamientos humanos, hacen de esta zona, un área poco interesante desde el punto de vista de los objetivos del trabajo.

5.- Entre el litoral de la localidad de Totoral y Carrizalillo en el límite sur de la Tercera región, hay un gran potencial para la captación del agua de niebla. Esto se debe a las características del relieve, con abundante presencia de cordones montañosos con altitudes adecuadas para la captación. Sin embargo, la población es escasa, la mayoría se ubica en las inmediaciones del río Huasco, y en las sierras de la Cordillera de la Costa hay un número importante de asentamientos mineros de fluctuante población.

Las localidades que debieran estar interesadas en este tipo de recurso son Carrizal Bajo y Punta Los Pozos, estas dos localidades muy próximas entre sí, se podrían beneficiar de atrapanieblas instalados en el Cerro Negro, el que de acuerdo a las mediciones efectuadas muestran mayor potencial en toda el área de estudio. Carrizal Bajo, tiene graves problemas de escasez de agua, y es probable que la decadencia de el puerto, antaño de gran importancia por el embarque de minerales, se deba más que al problema minero a la aguda escasez de agua. Por otra parte, esta localidad tiene ventajas comparativas importantes en cuanto a los recursos del mar, y debiera ser un enclave de relevancia.

Caleta Chañaral y Carrizalillo son dos poblados que contando con recursos hidrológicos de la quebrada de Chañaral de Aceitunas, sufre un agudo problema de abastecimiento de agua potable de buena calidad. El cerro Los Puercos, situado en el Cordón Gato Negro, presenta potencial interesante de ser experimentado.

ANEXO: TABLAS DE PRESENCIA DE NEBLINA

CARRIZAL BAJO (700 m.)

MESES/ AÑO	SI	NO	POCA	TOTAL	DIA
ENE/88	4	2	1	7	
FEB/88	18	5	6	29	
MAR/88	14	8	9	31	
ABR/88	-	-	4	4	
MAY/88	6	4	6	16	
JUN/88	17	5	8	30	
JUL/88	2	7	6	15	
AGO/88	s/d	s/i	s/i	s/i	
SEP/88	s/i	s/i	s/i	s/i	
OCT/88	s/i	s/i	s/i	s/i	
NOV/88	16	12	2	30	
DIC/88	13	8	10	31	
ENE/89	8	10	13	31	
FEB/89	4	8	5	17	
TOTAL	102	69	70	241	
Nro. %	42.3	28.6	29	100	

LAS BOMBAS (600m.)

MESES/ AÑO	SI	NO	POCA	TOTAL	DIA
NOV/87	11	9	3	23	
DIC/87	7	24	--	31	
ENE/88	--	19	4	23	
TOTAL	18	52	7	77	
Nro. %	23.4	67.5	9.1	100	

LAS BOMBAS (700 M)

MESES/ AÑO	SI	NO	POCA	TOTAL DIA
NOV/87	6	10	7	23
DIC/87	3	28	-	31
ENE/88	2	21	-	23
TOTAL	11	59	7	77
NRO.%	14.3	76.6	9.1	100

OBISPO

MESES/ AÑO	SI	NO	POCA	TOTAL DIA
JUN/87	12	4	2	18
JUL/87	17	10	4	31
AGO/87	24	5	2	31
SET/87	13	7	10	30
OCT/87	22	5	4	31
NOV/87	16	7	7	30
DIC/87	10	8	13	31
ENE/88	16	9	6	31
FEB/88	10	11	8	29
MAR/88	6	2	1	9
TOTAL	146	68	57	271
NRO.%	53.9	25.1	21	100

Nota: Este estudio fue realizado durante los años 1987-89, con la participación de fondos provenientes del I.D.R.C. de Canadá y de la Dirección de investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

CHAPTER THREE: THE PRESENCE OF FOG IN THE COQUIMBO REGION
AND WATER CONSUMPTION IN A VILLAGE.
The meso and microscale: Region IV.
El Tofo Area and Chungungo.

LA PRESENCIA DE NEBLINA EN LA REGION DE COQUIMBO Y EL CONSUMO DE AGUA EN UN ASENTAMIENTO RURAL

La meso y microescala: IV Región.

El área de El Tofo y Chungungo.

En este capítulo se entrega la metodología específica y los resultados obtenidos del estudio geográfico realizado para "detectar los lugares con mayor potencial de captación de agua de neblina en el área de El Tofo."

En líneas generales se puede decir que la investigación se desarrolló a dos escalas: en función del relieve en el cordón montañoso formado por los cerros Carmelita- El Tofo- Sarco (mesoescala); y en sectores puntuales de los distintos rasgos topográficos del área (microescala).

En estos niveles la variable más importante está dada por el comportamiento del viento, el que a su vez, está condicionado principalmente por las formas del relieve y la microtopografía local.

El estudio de la velocidad del viento es importante, porque en teoría, a mayor velocidad de viento, mayor masa de aire pasa por un área, y por lo tanto, mayor volumen de agua (gotas) se puede extraer. De acuerdo a las investigaciones realizadas por Schemenauer y Fuenzalida, existe un óptimo de velocidad de viento para la captación de los colectores de El Tofo. Durante los períodos de observaciones realizados en las campañas, todos los registros se enmarcaron en dicho óptimo.

El análisis de la dirección del viento es importante, porque además de condicionar el contenido líquido dado por su lugar de procedencia, indica la trayectoria que sigue la masa de aire, la que a su vez condiciona la velocidad.

Como se ha dicho, el relieve por su parte, determina las vías de paso del viento, imprimiéndole velocidad; o bien, obstaculizándolo, haciéndole perder fuerza.

Es por esta razón, que el estudio del relieve es importante para la detección de los lugares de mayor captación y para conocer la orientación que deben tener los colectores al momento de instalarse.

Cabe hacer presente, que las mediciones realizadas indican un comportamiento, pero por el hecho de ser mediciones puntuales

y aisladas, deben ser tomadas como indicativas; para llegar a leyes generales se requiere de observaciones continuadas y por un período mayor de tiempo.

A continuación se exponen los resultados de las tres campañas realizadas durante el período de investigación. La ventaja de haber hecho estas tres campañas, es que permite corroborar datos extraídos en investigaciones anteriores y también en sectores medidos en las diversas oportunidades.

Los resultados se presentarán de la siguiente manera: 1) se explicará el factor que se intenta analizar; 2) se analizará la situación geográfica del área de experimentación; 3) se analizará la o las hipótesis que se postulan; 4) se analizarán los resultados obtenidos, 5) finalmente una conclusión general.

METODOLOGIA:

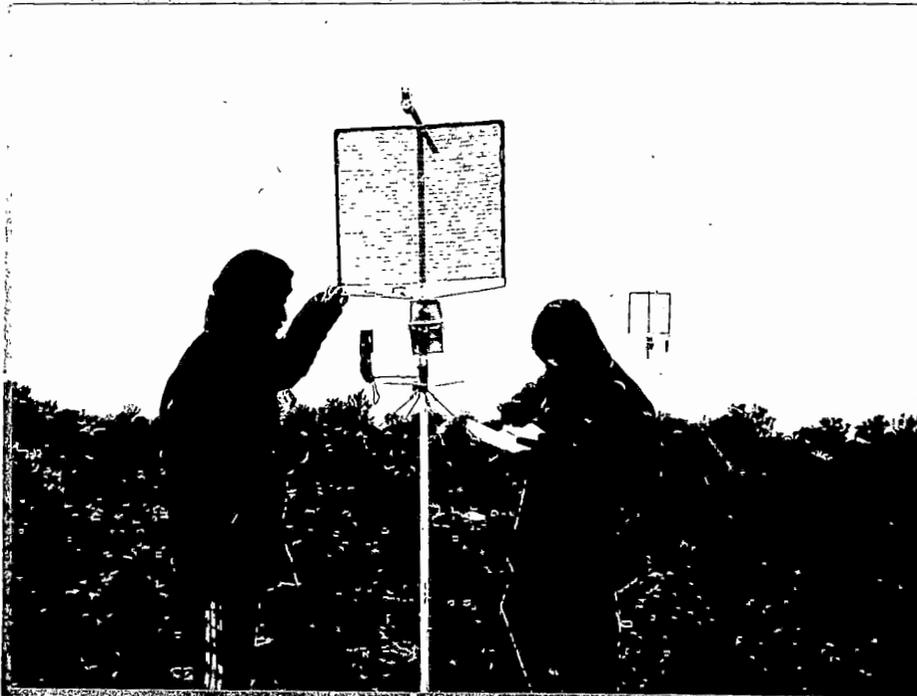
DESCRIPCION CAMPAÑAS

NOVIEMBRE 1987

En Octubre de 1987 se instalaron en los cerros de El Tofo 30 neblinómetros convencionales (1), consistentes en una estructura metálica de dos metros de altura. La unidad de captación es un marco de fierro de 50 por 50 cms (1/4 m. cuadrado) forrado con malla Raschel de 40% de cobertura. El agua atrapada por esta escurre por gravedad hasta una canaleta de latón ubicada en el borde inferior del panel. De ahí es conducida por una manguera al sistema de medición, provisto de un "Tipping Bucket" (igual al de los pluviómetros) que al vaciarse activa un interruptor magnético, que envía una señal a la unidad contadora: una calculadora especialmente adaptada para este fin.

(1) Schemenauer R.S., Cereceda P. y Carvajal N.
"Measurements of Fog Water Deposition and Their Relationship to Terrain Features"
Journal Climate and Applied Meteorology. Vol. 26, N#9, 1987

fotos #1



Los 30 neblinómetros fueron instalados en las laderas y cumbres de los cerros Carmelita y Sarco de mil metros cada uno, siendo respectivamente los límites norte y sur del área en estudio, además en la meseta de El Tofo la cual conecta a través de dos portezuelos ambos cerros (ver figuras #1). Los criterios utilizados para la ubicación de los instrumentos fueron los siguientes (ver Tabla #1):

En la mesoescala topográfica: para medir potencial según altitud, se instalaron instrumentos en ambos cerros con intervalos de 100 m. desde los 640 m. hasta los 1000 msnm. Para diferenciar exposición de cordones montañosos con respecto al viento predominante del SW se ubicaron los instrumentos en el cordón Carmelita con orientación general hacia el SW, en el cordón Sarco con orientación hacia el NW y en la meseta de El Tofo hacia el W.

En la microescala topográfica: para cuantificar el potencial de captación según exposición de las laderas con respecto a los vientos predominantes a una misma altitud, se localizaron neblinómetros en exposiciones barlovento y cresta (700 m) y barlovento, cresta y sotavento (800 m) conservándose la orientación dada por la mesoescala (SW para Carmelita y NW para Sarco) (ver figuras #2). Para cuantificar el potencial de captación dentro de las laderas de una quebrada a una misma altitud (600 y 700 m.), se localizaron neblinómetros con orientaciones SW,W,NW (ver figuras #3).

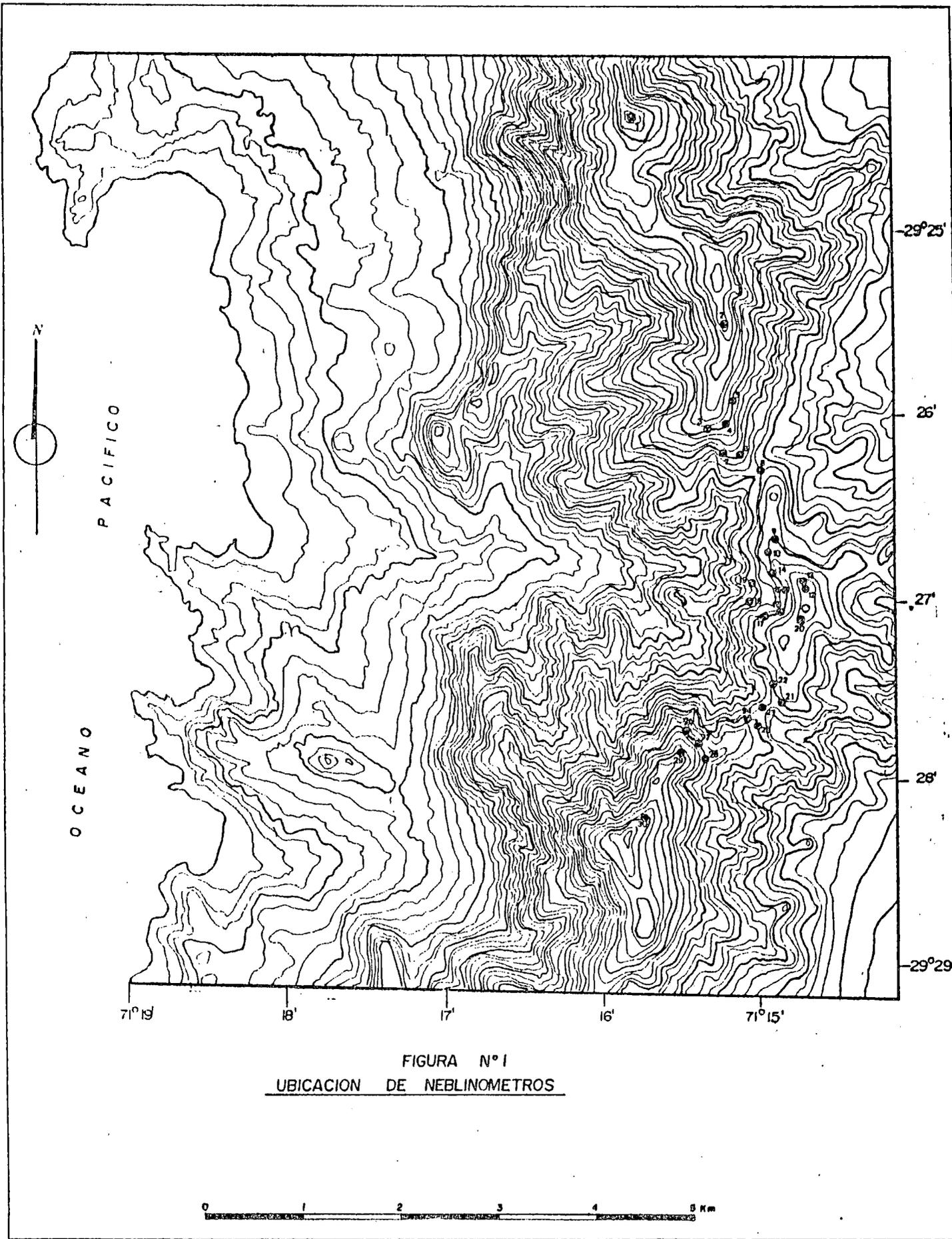
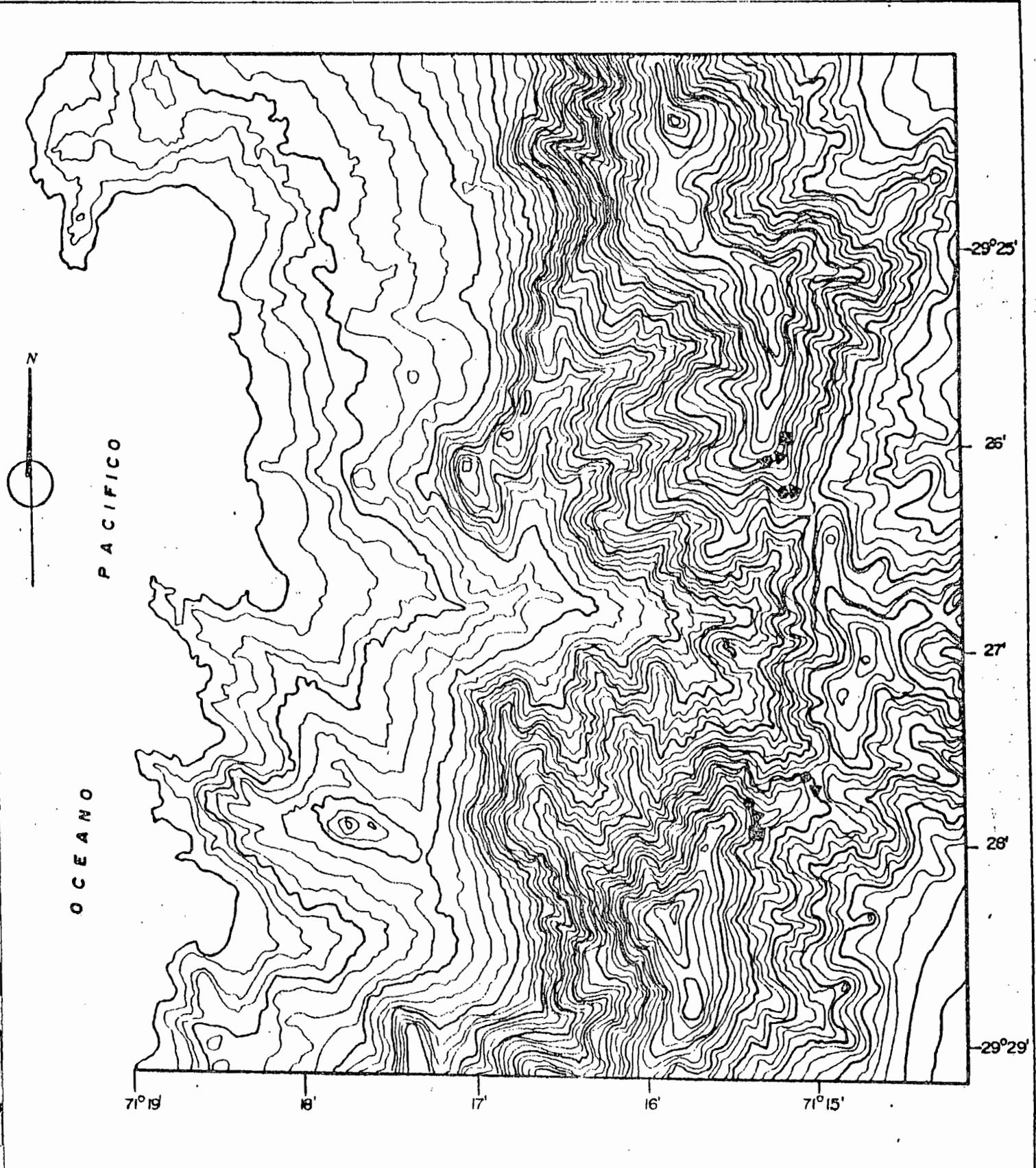


FIGURA N°1
UBICACION DE NEBLINOMETROS



- Barlovento
- ▲ Cresta
- Sotavento

FIG. N°2 : BARLOVENTO, SOTAVENTO Y CRESTA



=====

CARACTERISTICAS UBICACION NEBLINOMETROS

tabla #1

NEBLINOMETRO NUMERO	CORDON CERRO	ALTITUD (mt)	ORIENTACION NEBLINOMETRO	EXPOSICION CERRO
01	CARMELITA	1000	SW	SW
02	CARMELITA	900	SW	SW
03	CARMELITA	800	SW	SW
04	CARMELITA	800	SW	SW
05	CARMELITA	800	S	SW
06	CARMELITA	700	SW	SW
07	CARMELITA	700	SW	SW
08	PORT. CARM	640	SW	SW
09	TOFO	700	W	W
10	TOFO	700	W	W
12	TOFO	800	W	W
13	TOFO	800	SW	W
14	TOFO	700	NW	SW
15	TOFO	700	W	W
16	TOFO	700	W	W
17	TOFO	700	NW	NW
18	TOFO	600	W	W
19	TOFO	600	W	W
20	TOFO	800	W	W
21	TOFO	700	NW	NW
22	SARCO	700	SW	NW
23	PORT. SARCO	680	NW	NW
24	SARCO	700	NW	NW
25	SARCO	700	NW	NW
26	SARCO	800	NW	NW
27	SARCO	800	NW	NW
28	SARCO	800	NW	NW
29	SARCO	900	NW	NW
30	SARCO	1000	NW	NW

=====

Durante 13 días, entre los días 1 y 15 de Noviembre de 1987, se realizó la primera campaña intensiva de recolección de data de los 30 neblinómetros. Se midió cada instrumento dos veces por día (ver Tabla #2) haciendo coincidir horas con sitios semejantes (misma altitud y locación) en función de lo que el número de personas registradoras permitía. (ver anexo)

En cada medición se registró temperatura (bulbo húmedo y seco), dirección del viento y el valor entregado por la unidad de contadora. En definitiva, se pretendió tener para cada día y para cada neblinómetro dos mediciones, una que entregará cantidad de agua obtenida en lapso largo y otra en lapso corto de tiempo (no olvidar que el registro es continuo). Las mediciones meteorológicas indican la condición puntual del momento de la medición.

En total se tomaron 26 mediciones para cada instrumento (13 días, dos veces por día). De estas 26 mediciones, para el análisis posterior, se han dejado tan solo 21 y de los 30 instrumentos tan sólo 22, ya que luego de revisar los datos recolectados se detectaron algunas mediciones con fallas (ver tabla #3), principalmente debidas al deterioro de la batería de la unidad registradora, a días en que se debió recalibrar algún instrumento que había sido golpeado por cabras de la zona o bien la medición faltaba porque el medidor se perdió en la espesa neblina.

Posteriormente, se dejaron instalados los instrumentos para realizar una medición mensual y así poder tener antecedentes de la variación estacional del fenómeno en los distintos lugares.

HORAS DE MEDICION CAMPANA 1987				
tabla #2				
NEB (#)	MEDICIONES		P-S (hora)	S-P (hora)
	PRIMERA (hora)	SEGUNDA (hora)		
01	11:30	12:30	1	23
02	11:00	13:00	2	22
03	9:30	13:30	4	20
04	10:00	14:00	4	20
05	10:30	14:30	4	20
06	10:00	14:00	4	20
07	10:30	13:30	3	21
08	9:30	12:00	2.5	21.5
09	11:00	13:00	2	22
10	11:30	12:30	1	23
12	9:30	14:30	5	19
13	9:30	14:30	5	19
14	10:00	14:00	4	20
15	10:30	13:30	3	21
16	11:00	13:00	2	22
17	11:30	12:30	1	23
18	--	--	0	0
19	--	--	0	0
20	12:00	15:00	3	21
21	11:30	12:30	1	23
22	11:30	13:00	2	22
23	9:30	12:00	2.5	21.5
24	10:00	14:00	4	20
25	10:30	13:30	3	21
26	9:30	13:30	4	20
27	10:00	14:00	4	20
28	10:30	14:30	4	20
29	11:00	13:00	2	22
30	11:30	12:30	1	23

P-S= Diferencia Primera -Segunda medicion
S-P= Diferencia Segunda -Primera medicion

DATOS UTILIZADOS DESPUES DE CORRECCION
tabla #3

NEBS:	FECHA (Nov. 1987)																										
(#)	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	
01																											
02																											
03	S		S								S							S									
04											S							S									
05	S		S															S									
06											S																
07																											
08											S				M	M	M	M						M	M	E	
09																											
10																											
11	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
12											S																
13											S																
14											S																
15				M													M										
16				M	M												S									E	
17				M	M												S	M								E	
18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
19	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
20	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M					S	M								E	
21																		S									
22																		S									
23																		S									
24	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M									E	
25																		M									
26	S		S								S																
27											S																
28	S		S																								
29																											
30											M	M															

S= SIN MEDICION N=HALO E=ELIMINADO

2 DE ABRIL DE 1988

El día 2 de Abril de 1988 se realizó la segunda campaña intensiva de recolección de data con la colaboración de 26 alumnos de las últimas promociones de la carrera de Geógrafo de la P.U.C.. (ver anexo #1-b para lista participantes)

El objetivo en esta ocasión fue probar una nueva metodología de medición. Se midieron 22 neblinómetros continua y simultáneamente durante 6 horas (los mismos utilizados en la campaña de 1987). Se sincronizaron los relojes y partiendo de una hora preestablecida (10:30 am), los alumnos debían registrar hora, minuto y segundo en que vaciaba un "tipping buckett". No obstante lo anterior, como vemos en la tabla #4, tanto las horas de comienzo como de fin no corresponden exactamente a las mencionadas (10:30 comienzo y 16:30 fin). Varias razones lo explican: el alumno no llegó a su lugar a la hora de comienzo prevista, terminó anticipadamente las mediciones por considerar otra hora como la de finalización, o bien porque su instrumento quedó fuera de la nube antes de la hora de término.

Para comparar los neblinómetros entre sí, se seleccionó aquel período de tiempo en que todos los instrumentos estuvieran registrando captación. Durante aproximadamente media hora (12:30 a 13:00 hrs) se dió esta situación (ver tabla #5). A excepción del neblinómetro N#09, que comenzó a registrarse desde las 13:24:22, los restantes 21 instrumentos quedan representados en este período.

Para analizar la variación temporal de los distintos aparatos entre sí y con un patrón externo (Campbell Station #2), se debió acumular los datos en "sets" de 5 minutos, ya que la mencionada estación meteorológica entrega la información cada 5 minutos, promediando mediciones cada 5 segundos.

Cabe hacer presente que el día escogido fue óptimo, debido a que la neblina ingresó temprano en la mañana y se mantuvo, con ciertas variaciones, durante las 6 horas de registro.

2 DE ABRIL DE 1988

tabla #4

NEBS (Nº)	COMIENZO (HORA)	FIN (HORA)	TIEMPO (sg)
02	11:36:00	13:27:19	6679
03	11:23:15	15:29:57	14802
04	11:32:45	15:34:35	14510
05	11:03:12	15:30:22	16030
07	10:30:24	15:48:00	19056
09	13:24:22	15:59:45	9323
10	11:16:45	16:00:11	17006
12	11:02:12	16:17:41	18929
14	11:34:45	15:59:30	15885
15	11:35:00	16:01:15	15975
16	11:34:40	16:02:45	16085
17	11:33:45	16:04:00	16215
18	12:31:08	16:04:02	12774
19	12:14:40	15:59:38	13498
20	11:31:54	16:44:37	18763
21	10:45:13	15:23:34	16701
22	11:39:06	16:05:44	15998
24	11:26:00	16:00:15	16455
25	10:54:20	14:31:18	13018
26	11:31:10	14:00:40	8970
27	11:47:10	16:00:04	15174
28	11:28:00	15:50:20	15740

(sg)= segundos del dia.

Media hora (12:31 a 13:03)			
2 de Abril de 1988			
tabla #5			
NEBS	CAPT. TOT	MEDIDO	
(#)	(cc)	(sg)	CC/SG
02	104.4	1924	0.05
03	276.5	1949	0.14
04	108.8	1917	0.06
05	113.6	1924	0.06
07	120	1795	0.07
09	--	--	--
10	299	1940	0.15
12	204.6	1850	0.11
14	37.25	2542	0.01
15	145.7	1782	0.08
16	98.7	1860	0.05
17	52.8	1680	0.03
18	36	1847	0.02
19	36	1802	0.02
20	47.125	1840	0.03
21	148.5	1922	0.08
22	99	1888	0.05
24	123.5	1915	0.06
25	241.68	1917	0.13
26	94.6	1893	0.05
27	136.5	1921	0.07
28	77	1930	0.04
29	49	1920	0.03

NOVIEMBRE 1988

La tercera campaña intensiva de recolección de data se realizó entre los días 30 de Octubre y 13 de Noviembre de 1988.

En vista de la importancia para los volúmenes captados que demostró tener el ángulo en que el viento enfrenta la malla, se diseñó un nuevo aparato de medición: neblinómetro omnidireccional portatil, de forma tal de aislar dicha variable, evitando de esta forma los errores dados por la mala orientación de los mismos. El diseño y construcción de las 7 unidades utilizadas estuvo a cargo del geógrafo Nazareno Carvajal.

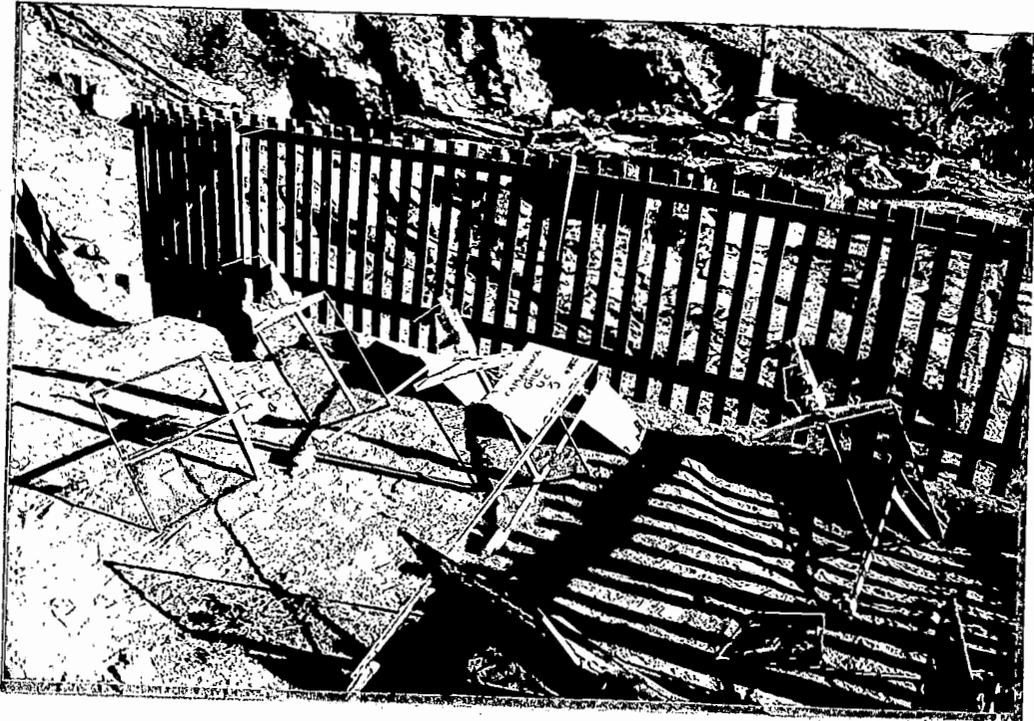
El nuevo neblinómetro es semejante al anterior en cuanto a sus dimensiones (tamaño de la malla y altura respecto del suelo). La diferencia está en que al panel se le adicionó una veleta y se montó sobre un sistema de rodamientos con el fin de que siempre este perpendicular al viento. Además en el pedestal que sustenta el panel se instaló una plataforma de acrílico dividida en 16 cuadrantes de 22,5 grados cada uno, que se utilizan para medir la dirección del viento, según la orientación que adquiere la malla. (ver anexo para lista participantes)

Durante la campaña se midió en distintos lugares, debiéndose montar y desmontar los instrumentos cada vez que se medía. En la instalación se debía cuidar que la plataforma de acrílico orientara al norte magnético, que el instrumento quedará "a plomo" y se debía calibrar el tipping buckett.

Tres fueron los parámetros medidos en cada oportunidad. Captación de agua de neblina, en base a la metodología empleada el día 2 de abril de 1988. Dirección del viento, en cuadrantes de 22,5 grados, que se numeraron del 1 al 16 (ver figuras #4). Y velocidad del viento, para lo cual se empleó un anemómetro manual marca Wind Wizard, graduado en metros por segundo con un máximo posible de 28 m/s.

A partir de una hora cero preestablecida para cada medición se controló la caída del "tipping bucket" durante un período de una hora y media (1 1/2 hora), mientras que la dirección y velocidad del viento cada 15 segundos durante 10 minutos, para luego descansar por 5 minutos y volver a comenzar por otros 10 minutos. Este ciclo se repetía durante la hora 30 minutos mencionada; teniéndose al final del período un total de 12 promedios de 5 minutos.

FOTO #2:



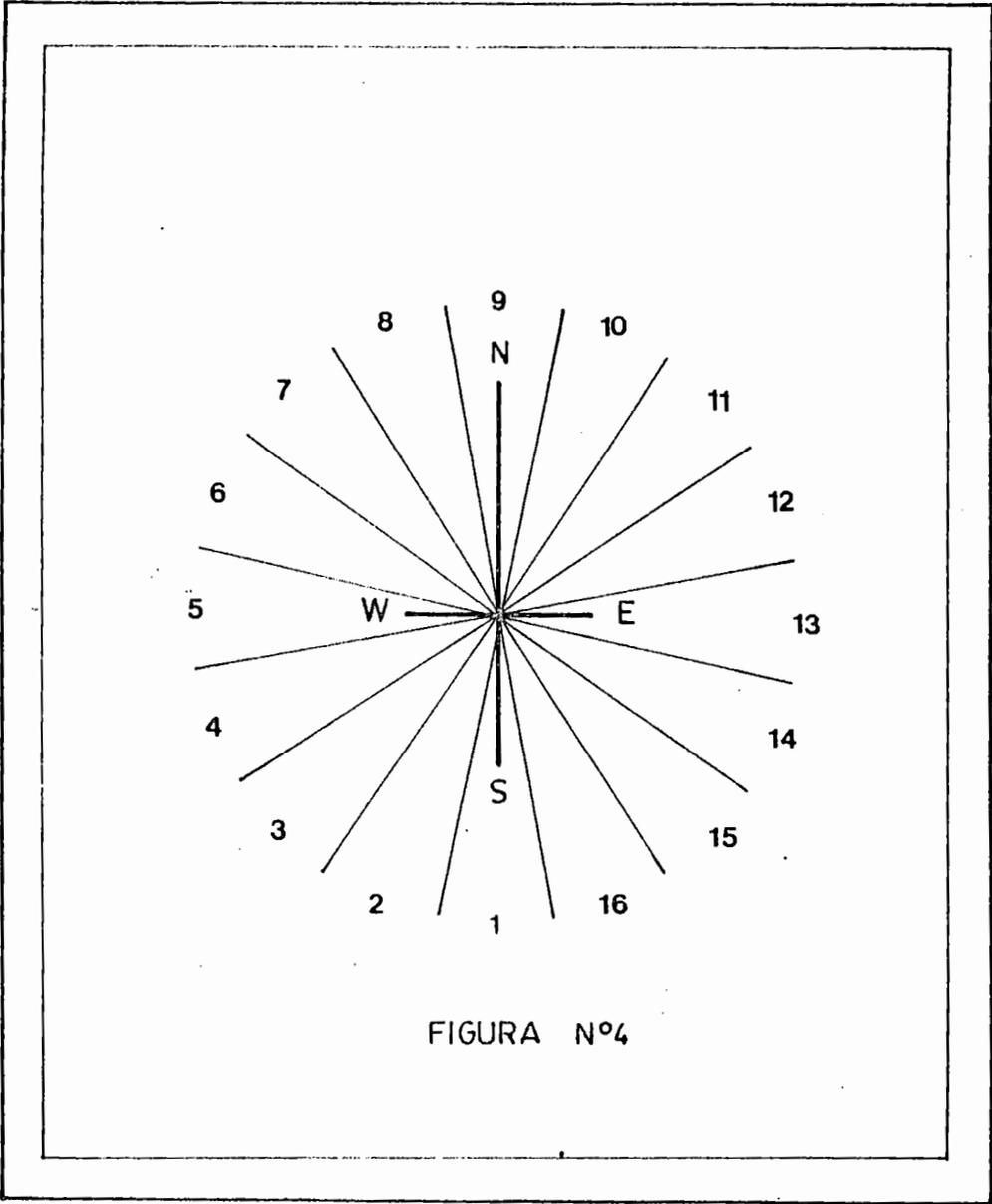


FIGURA N°4

En esta oportunidad se planteó el siguiente objetivo: "Determinar la influencia de la microtopografía en el comportamiento del viento como factor determinante en la captación de agua de neblina." Para su solución se seleccionaron 7 lugares de medición en función de las formas de relieve a meso y micro escala.

Los lugares seleccionados, la formación de los instrumentos y el periodo de medición fue el siguiente:

Rellano: Se midió dos veces el día 2 de noviembre.

En la medición en el rellano se buscaba "determinar el lugar de máxima captación dentro de esta forma topográfica, tanto a lo largo (Rellano a lo largo), como a lo ancho (Rellano Cruz)".

La primera que llamaremos Rellano a lo Largo, en que los 7 neblinómetros se instalaron según el figuras #5, conservándose una distancia de 100 m. entre ellos. Se comenzó a medir a las 12:15 horas, con presencia de neblina por la hora 30 minutos de medición.

La segunda, que llamaremos Rellano Cruz, en que los neblinómetros se instalaron en forma de cruz, con una separación de 25 metros entre instrumento. (ver figuras #6). Se comenzó a medir a las 17:00 horas, sin presentarse neblina en todo el periodo de medición, por lo que no existe registro de tipping bucket.

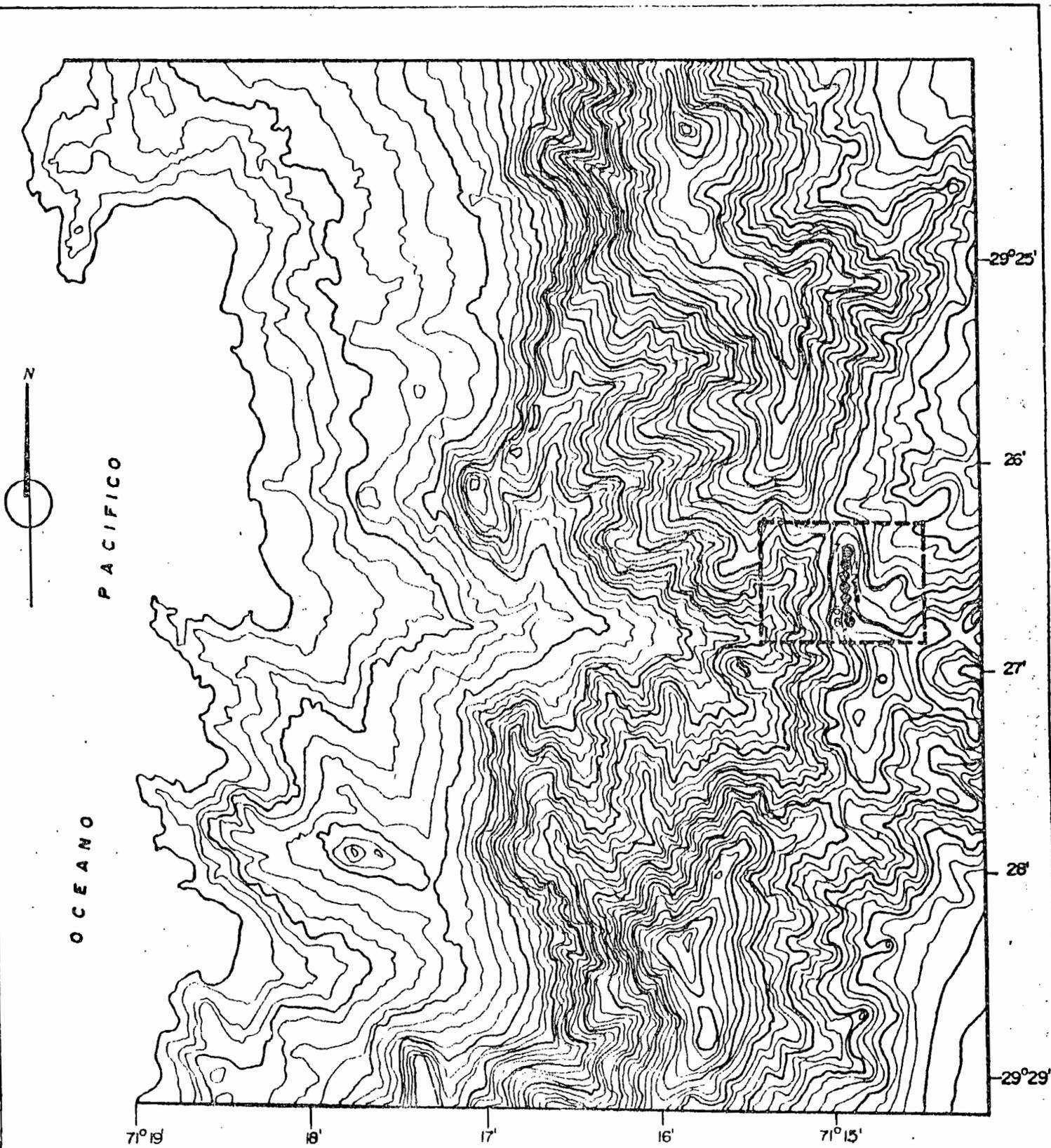


FIG. N°5: RELLANO A LO LARGO, DIA: 02 NOVIEMBRE



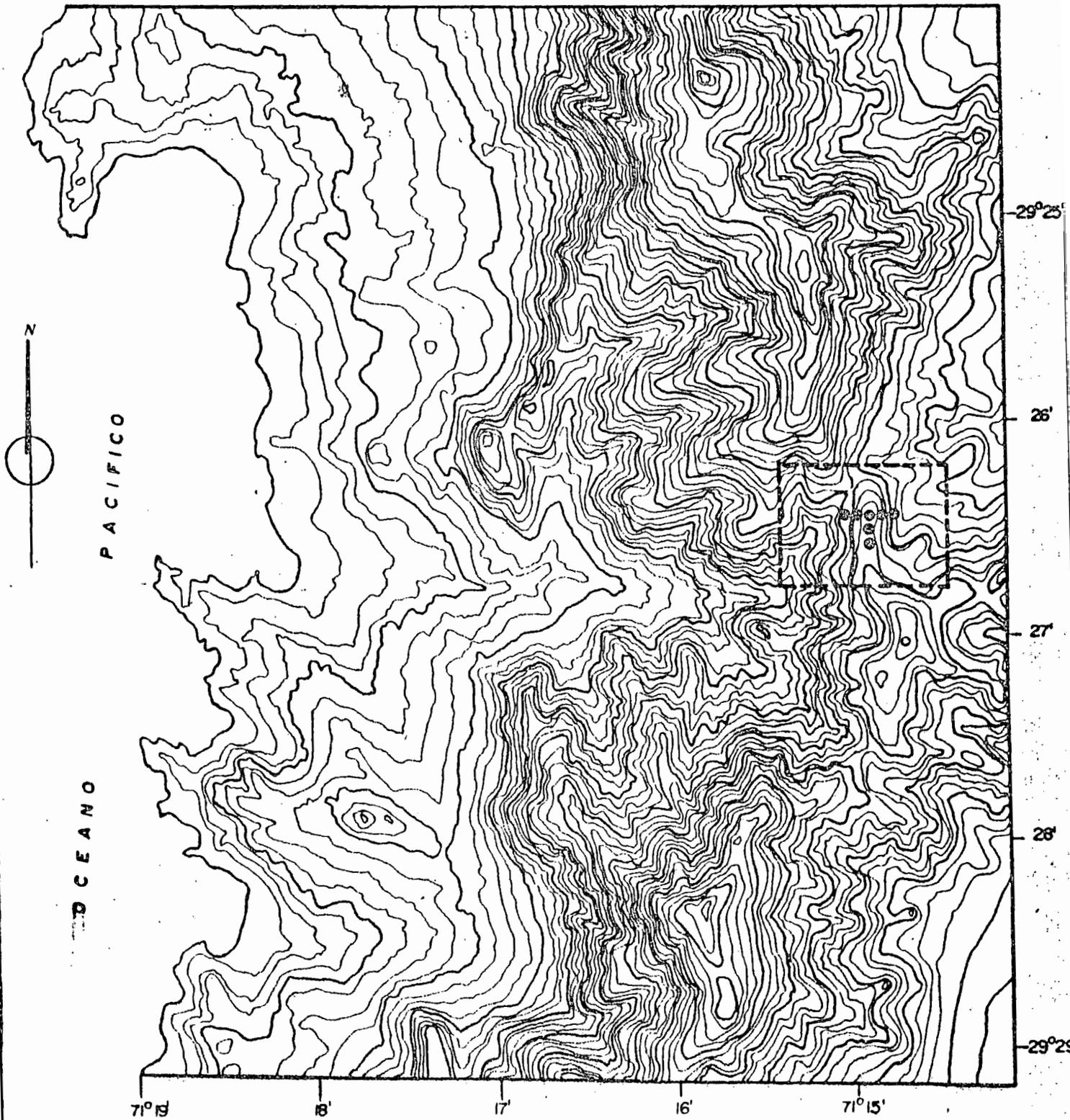


FIG. N°6: RELLANO CRUZ, DIA 02 NOVIEMBRE

Portezuelos: Se midieron ambos portezuelos (Carmelita y Sarco) independiente y simultáneamente.

El objetivo de esta medición fue "determinar el comportamiento del viento dentro de esta forma topográfica, identificando los lugares de máxima velocidad".

Ambos portezuelos se midieron simultáneamente el día 5 de Noviembre, localizándose tres neblinómetros en cada uno (ver figuras #7). Se comenzó a medir a las 13:00 horas, no registrándose neblina en la hora 30 minutos de medición.

Cada portezuelo se midió independientemente el día 3 de Noviembre (ver figuras #8 y #9 para la localización de los instrumentos). El Carmelita se comenzó a medir a las 12:15 hrs con presencia de neblina por la hora 30 minutos. El portezuelo Sarco se comenzó a medir a las 16:00 hrs con escasa presencia de neblina durante la medición.

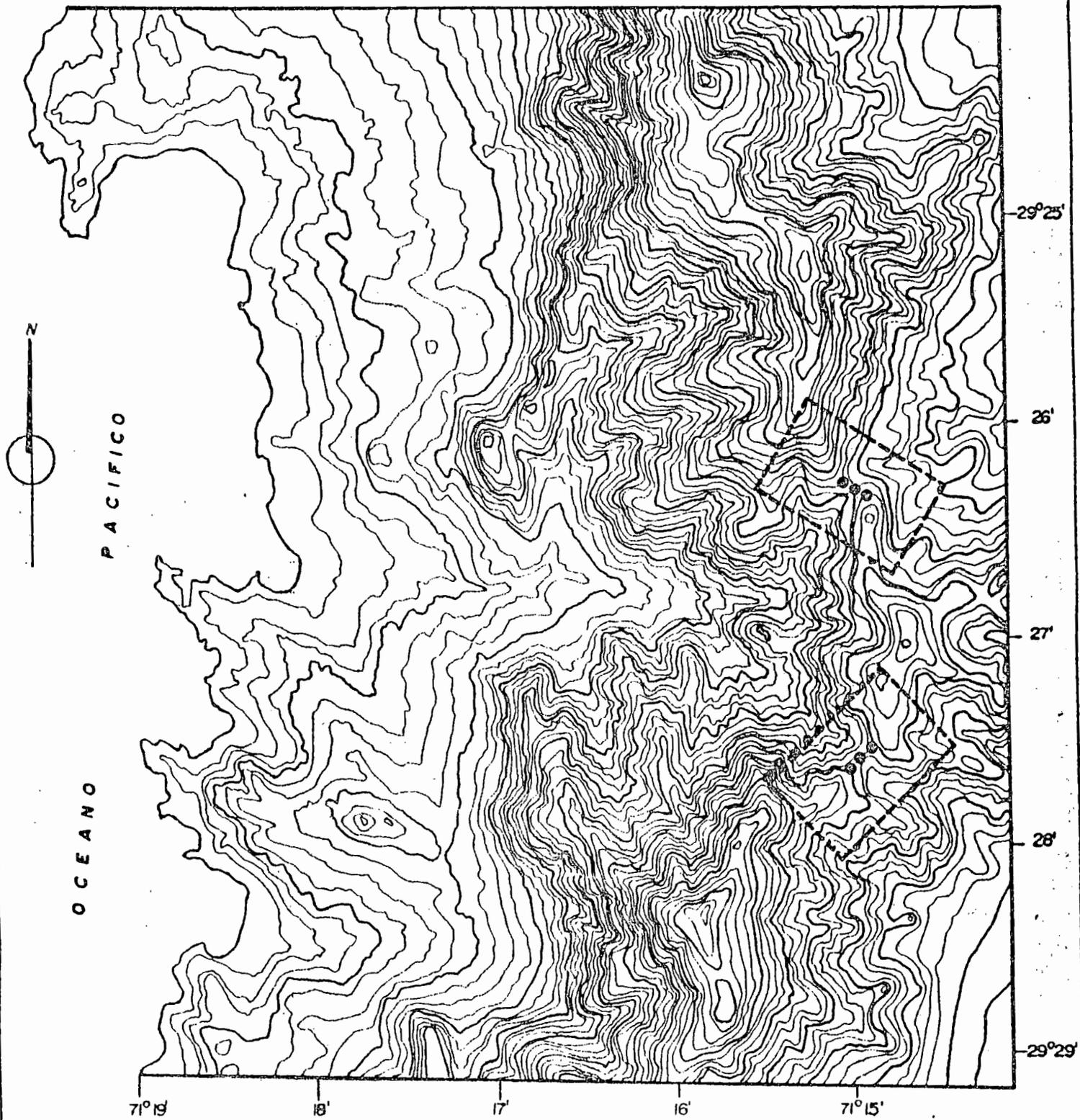


FIG. N° 7 : PORTEZUELOS SIMULTANEOS, DIA 05 NOVIEMBRE

0 1 2 3 4 5 Km

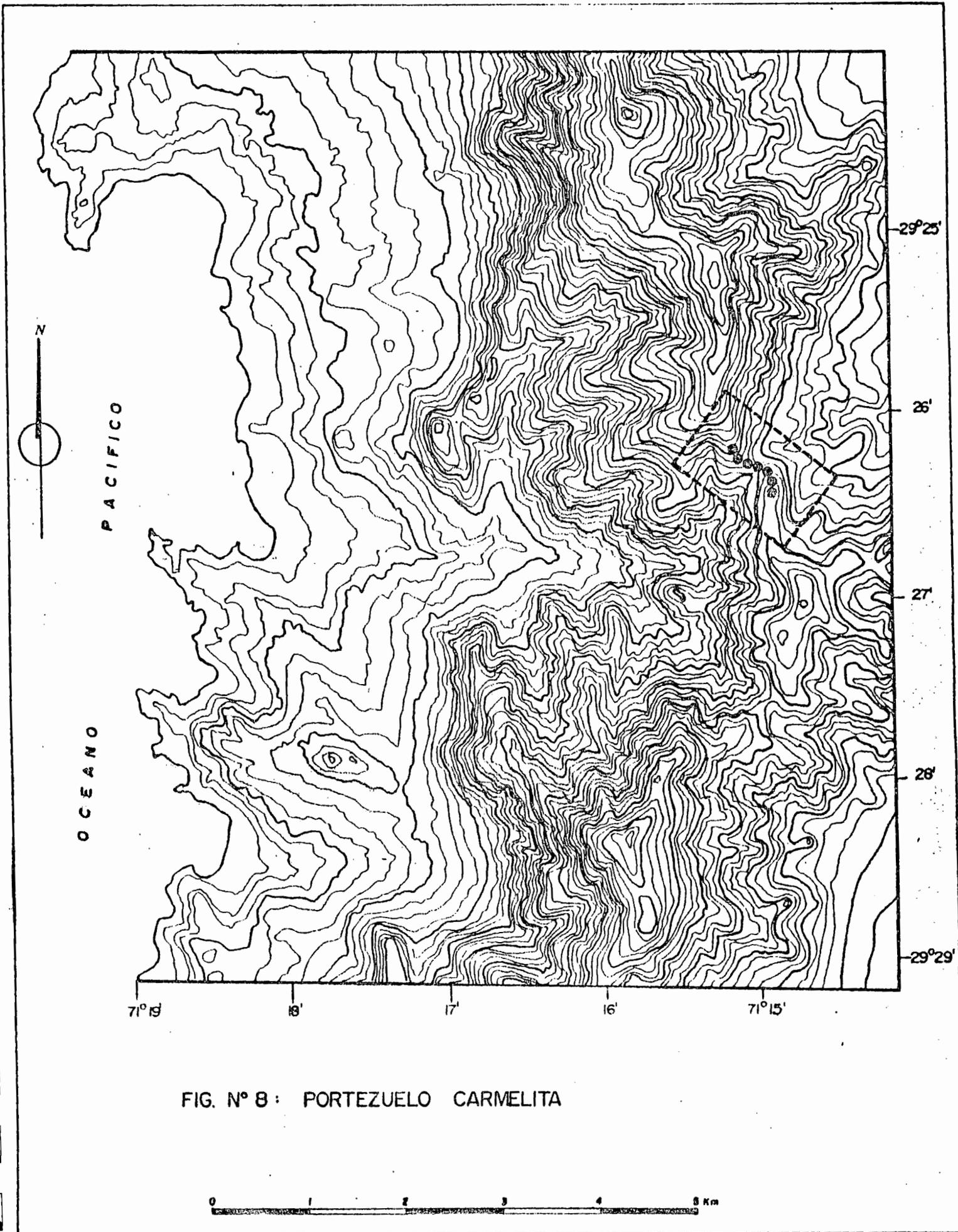


FIG. N° 8 : PORTEZUELO CARMELITA

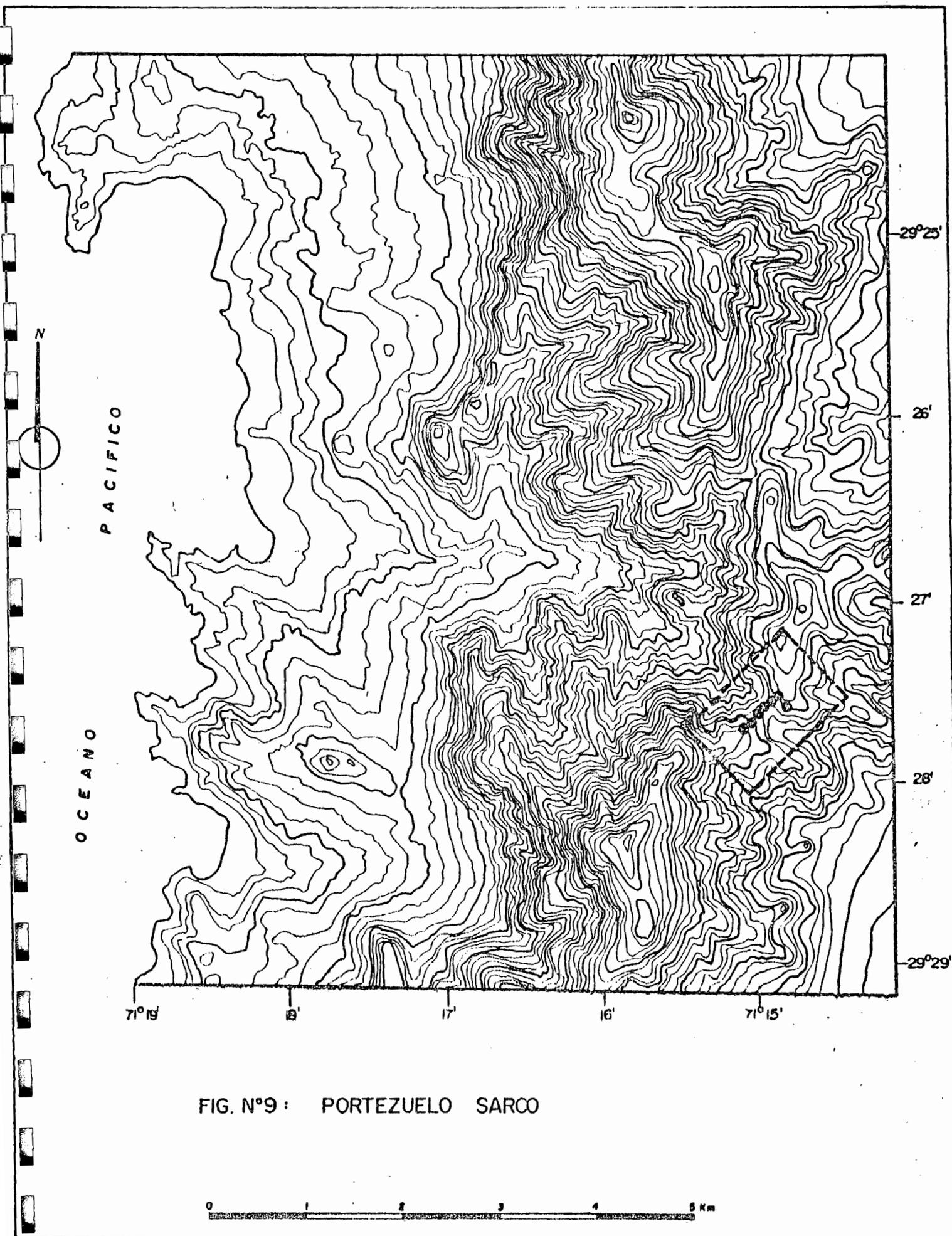


FIG. N°9 : PORTEZUELO SARCO

Laboratorio: Las quebradas que se generan en el bosque de El Tofo y estribaciones laterales (750 a 800 m. de altitud) y terminan en la línea del tren a los 600 m. se han definido como el sector "Laboratorio". En este lugar se pretendía "determinar el comportamiento de la captación en una ladera a diferentes altitudes, y diferenciar las quebradas (talweg) de las estribaciones (crestas) en cuanto a su potencial de captación y velocidad del viento."

Para ello se realizaron dos mediciones:

1).- "Laboratorio Cresta"; consistió en localizar los 7 neblinómetros cada 30 metros, sobre la estribación central que bisecta el laboratorio, partiendo a los 600 m. (línea del tren) y terminando a los 790 m. (ver figuras #10). Esta medición se debió realizar en dos oportunidades, ya que en la primera, el día 4 de noviembre (18:35 hrs comienzo) no se presentó neblina. El día siguiente a partir de las 16:20 hrs. se realizó la segunda medición, esta vez con algo de neblina.

2).- "Laboratorio misma Altitud", consistió en localizar 6 instrumentos sobre los 700 m. de altitud. Partiendo de norte a sur, se localizaron en ladera, talweg, cresta, talweg, cresta, talweg (ver figuras #11). El séptimo se localizó sobre la línea del tren a los 600 m. de modo de comparar esta medición con la "Laboratorio Cresta". La medición se realizó el día 4 de Noviembre, partiendo a las 16:50 hrs, con velocidades de viento calmas (los anemómetros no registraban).

Los últimos días de campaña se realizaron algunas mediciones adicionales con presencia de neblina, con el fin de tener registros de tipping buckett en aquellos lugares en que no se tenía. (Ambos portezuelos simultáneos), o bien mediciones de viento en locaciones en que las mediciones anteriores ofrecieran dudas o se requería un mejor recubrimiento espacial.

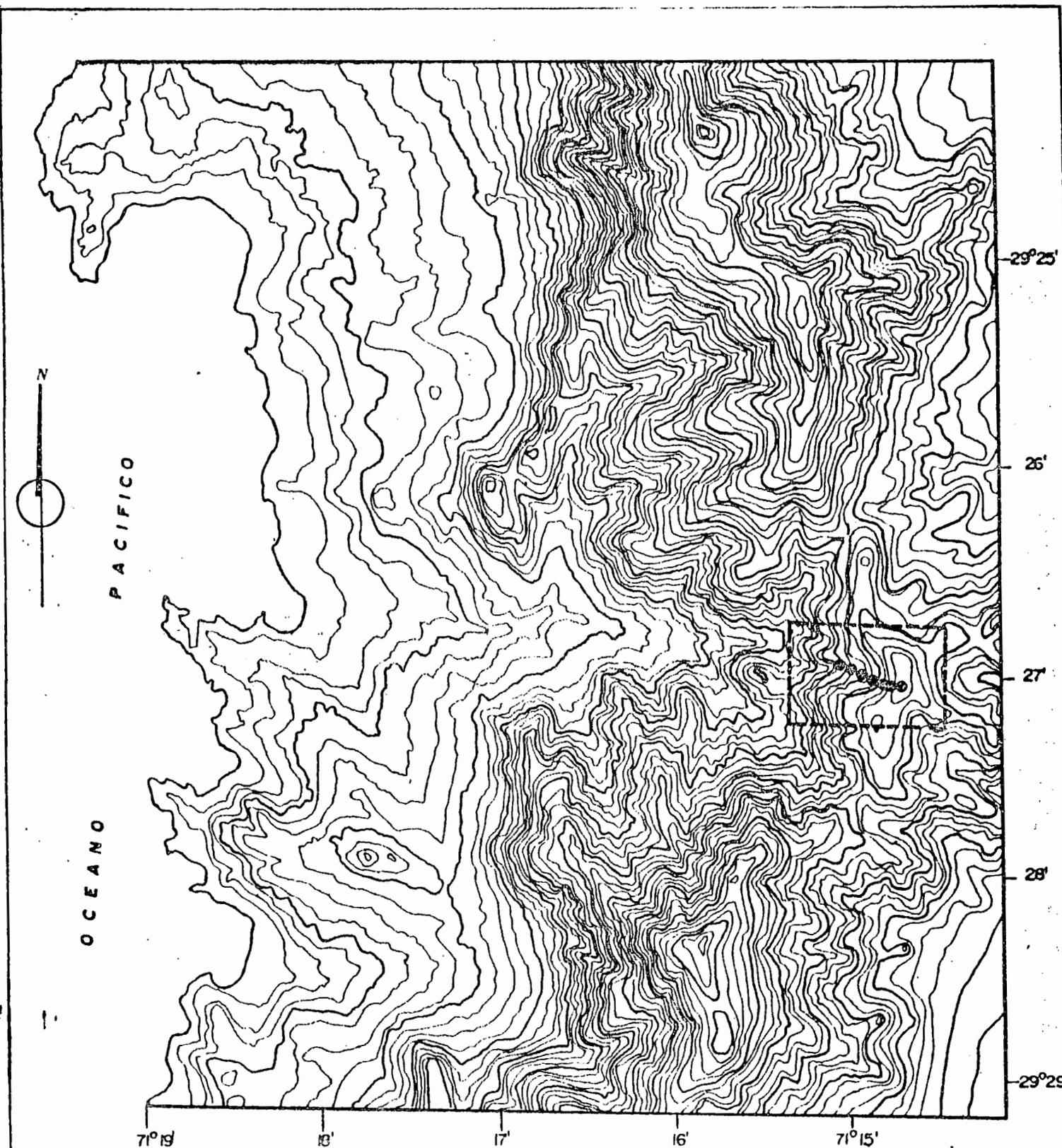


FIG. N° 10 . LABORATORIO CRESTA



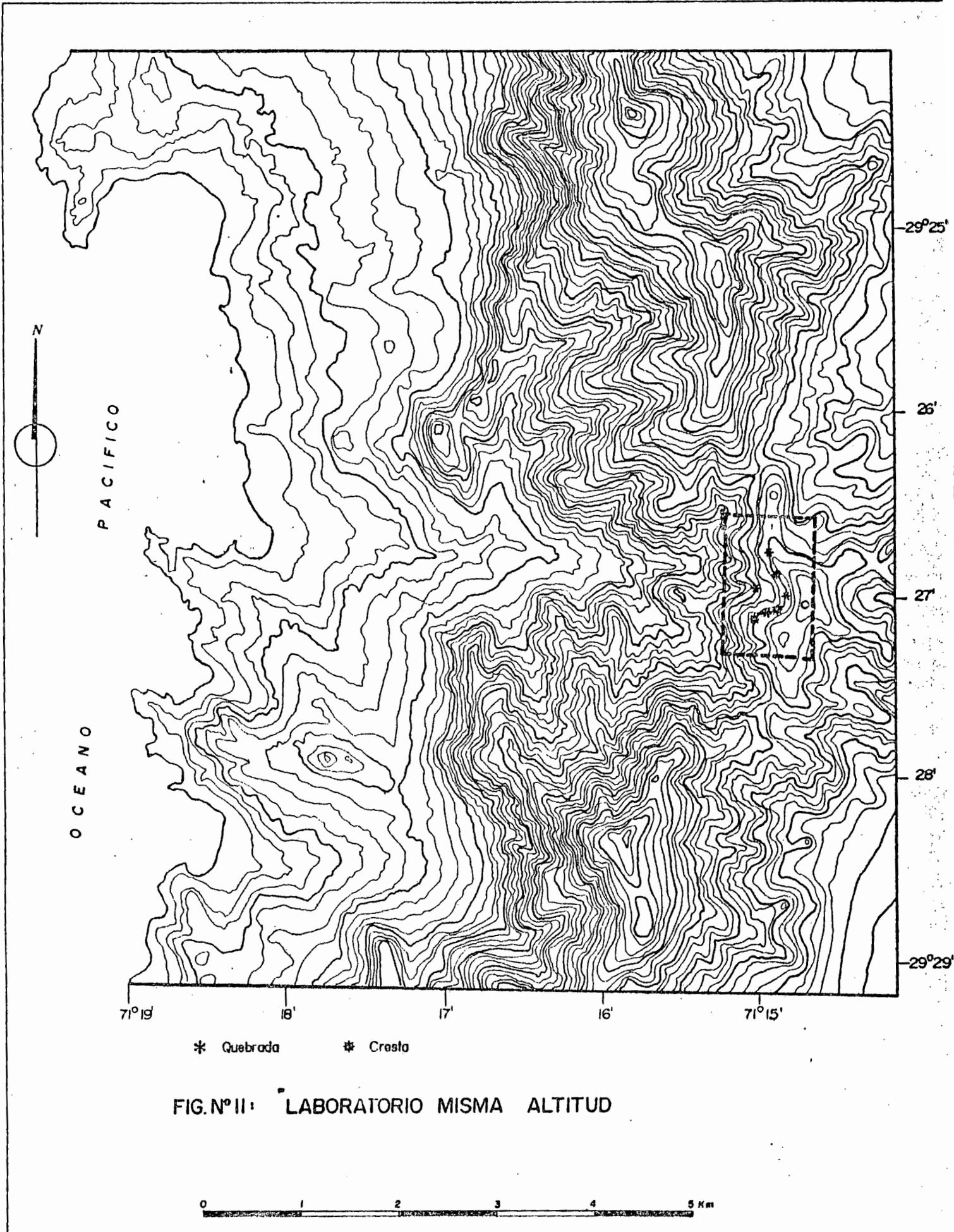


FIG. Nº II: LABORATORIO MISMA ALTITUD

PRINCIPALES DIFICULTADES

1).- No todos los neblinómetros convencionales, instalados en Octubre de 1987, funcionaron adecuadamente. Durante la Campaña 1987 esto no fue mayor problema porque se revisaban dos veces al día lo que daba tiempo de cambiar las unidades defectuosas, sin embargo, en la medición de largo plazo (una vez por mes) la falla sistemática de distintos instrumentos hizo que estas mediciones fueran inutilizables.

Junto a lo anterior, si bien se había previsto la posibilidad de robo de instrumentos, se esperaba que estos fueran ocasionales y que se podría hacer las reposiciones correspondientes; pero desgraciadamente entre los meses de Enero y Marzo 1987, prácticamente en todos los neblinómetros se han robado las pilas de la unidad contadora. Antes de desistir y desmontar los instrumentos, se inicio una campaña de educación, con material audiovisual, para formar a la gente del lugar. Esta actividad dio buenos resultados, por lo que los registros mejoraron. En Octubre de 1988 se desmontaron todos los instrumentos.

Si bien estos datos no se utilizaron, se piensa que la metodología es adecuada para conocer la variación estacional de presencia de niebla a distintas altitudes, exposiciones y orientaciones. Por esta razón, se está estudiando la forma de solucionar los problemas y poder reiniciar las mediciones.

2).- En la campaña 1988 se enfrentó, como mayor dificultad, la ausencia de neblina en los días de medición, lo que implica que se tengan muy pocos registros de tipping buckett para este periodo.

RESULTADOS

Desde el momento en que el instrumento está inserto en la nube, el volumen de agua captado se puede explicar según la expresión:

$$C = M \cdot lwc \cdot V \cdot t \cdot ef$$

donde: C= Volumen captado
M= Superficie de malla expuesta perpendicular al viento.
lwc= contenido líquido de agua.
V= velocidad del viento.
t= tiempo de duración del evento.
ef= Eficiencia.

La selección de la ubicación del aparato captador se centra en optimizar el producto $V \cdot t$.

El tiempo de duración del evento esta determinado en primer grado por la situación sinóptica. Desde el momento en que se presenta la nube, es importante mantener el captador (atrapaniebla) la mayor cantidad de tiempo posible dentro de ella. Por lo tanto, encontrar los lugares donde es más frecuente la neblina y donde se presenta por un mayor lapso de tiempo es vital.

En cuanto al viento, este se ve condicionado tanto en dirección como en velocidad por la topografía, por lo tanto resulta crucial determinar en que formas topograficas el viento adquiere su maxima velocidad, de modo de instalar en ellas los atrapanieblas.

1).- ALTITUD:

Uno de los factores principales que determinan el potencial de captación de agua de niebla es la altitud.

El techo de la nube estratiforme está dado por la inversión térmica de altura. Este techo altitudinal varía diaria y estacionalmente. Por su parte, la nube tiene un espesor cercano a los 300 metros. Podemos concluir entonces que para que exista captación el instrumento debe encontrarse a una altitud tal que quede inserto dentro de la nube.

Dada esta variación altitudinal, existen lugares que presentan una mayor frecuencia de presencia de nube (tanto diaria como estacionalmente).

Por lo tanto, uno de los objetivos de la presente investigación ha sido el determinar, para el área de El Tofo, este nivel óptimo.

Para ello, en base a los registros de la campaña de Noviembre 1987 y a los datos colectados el día 2 de Abril de 1988, se elaboraron los gráficos #1 y #2, donde se tiene la captación total para cada neblinómetro en el período medido. Y los gráficos #3 y #4 donde se han acumulado las captaciones de los distintos neblinómetros según altitud.

Podemos ver (gráficos #1 y #2), que tanto para el caso de Noviembre 1987 como para el 2 de Abril, existe una gran dispersión en cuanto a los volúmenes captados en los distintos instrumentos, siendo el neblinómetro N#10, ubicado en el rellano a 700 m. de altitud el que presenta la mayor captación.

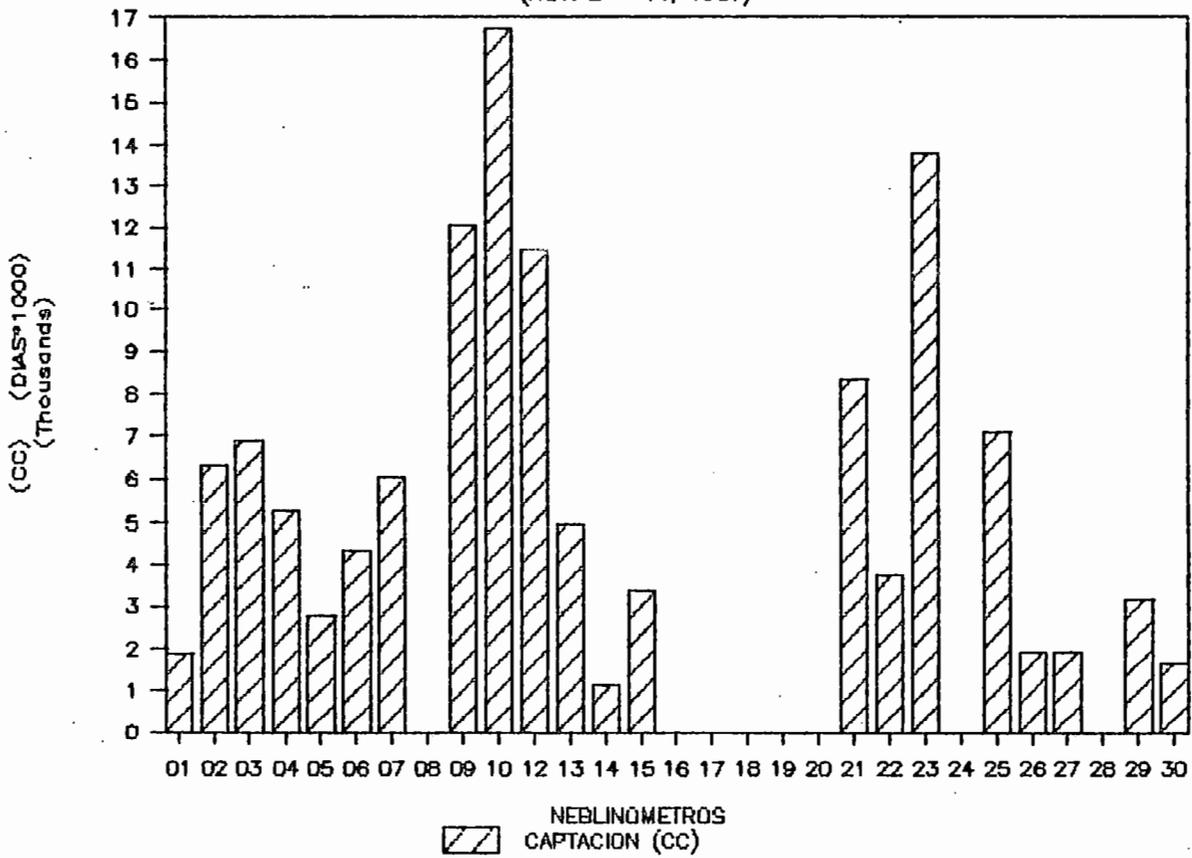
Al trabajar los datos acumulados por altitud (gráficos #3 y #4) volvemos a encontrar que en los 700 m. se presentan en promedio las mayores captaciones. Seguidas siempre por los 800 m. para luego caer a los 900 y 1000 (para Noviembre 1987) y a los 600 m. (para el 2 de abril 1988).

Como se dijo, uno de los principales factores de captación es la altitud, sin embargo no es el único. Si observamos con detención las tablas #6 y #7, podemos observar que dentro de una misma altitud las diferencias de captación son sustantivas, por ende otras han de ser las variables que expliquen esta situación.

graf. 1

CAMPANA 1987

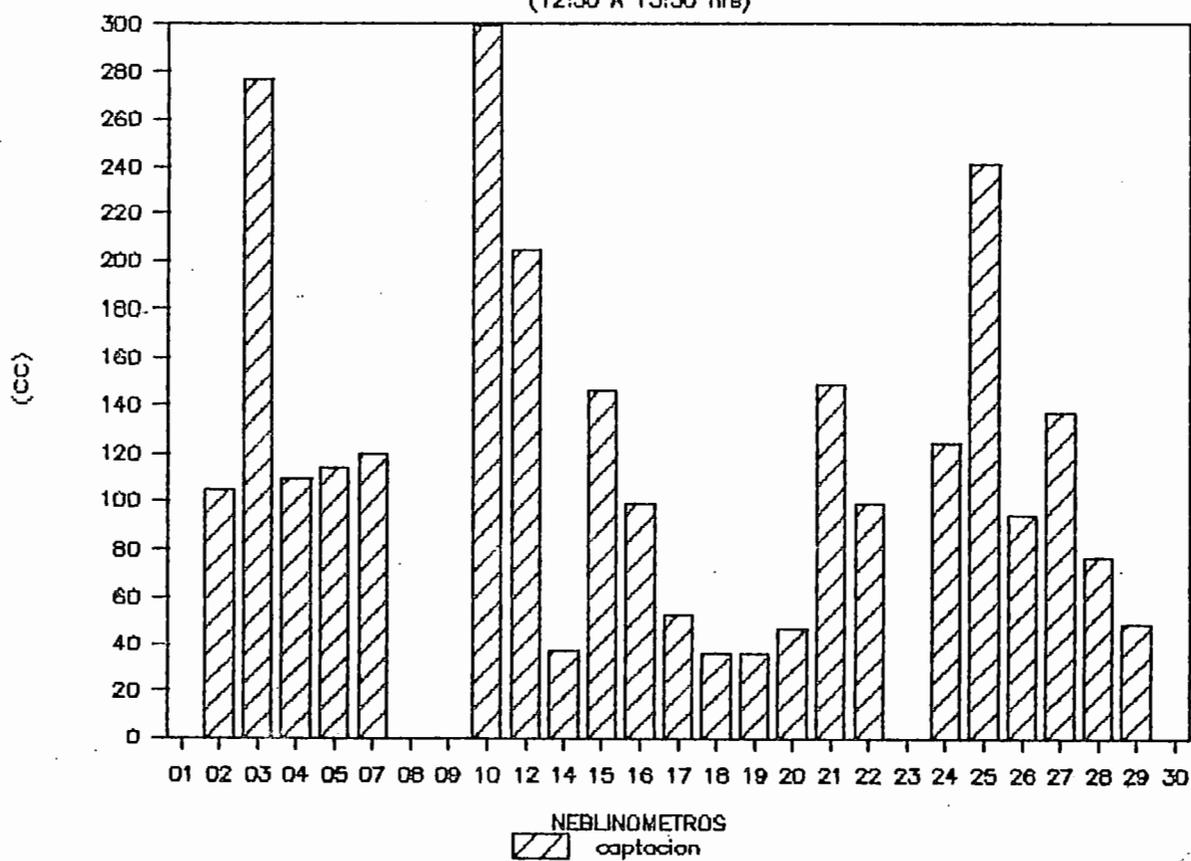
(NOV. 2 - 14, 1987)



graf. 2

2 DE ABRIL DE 1988

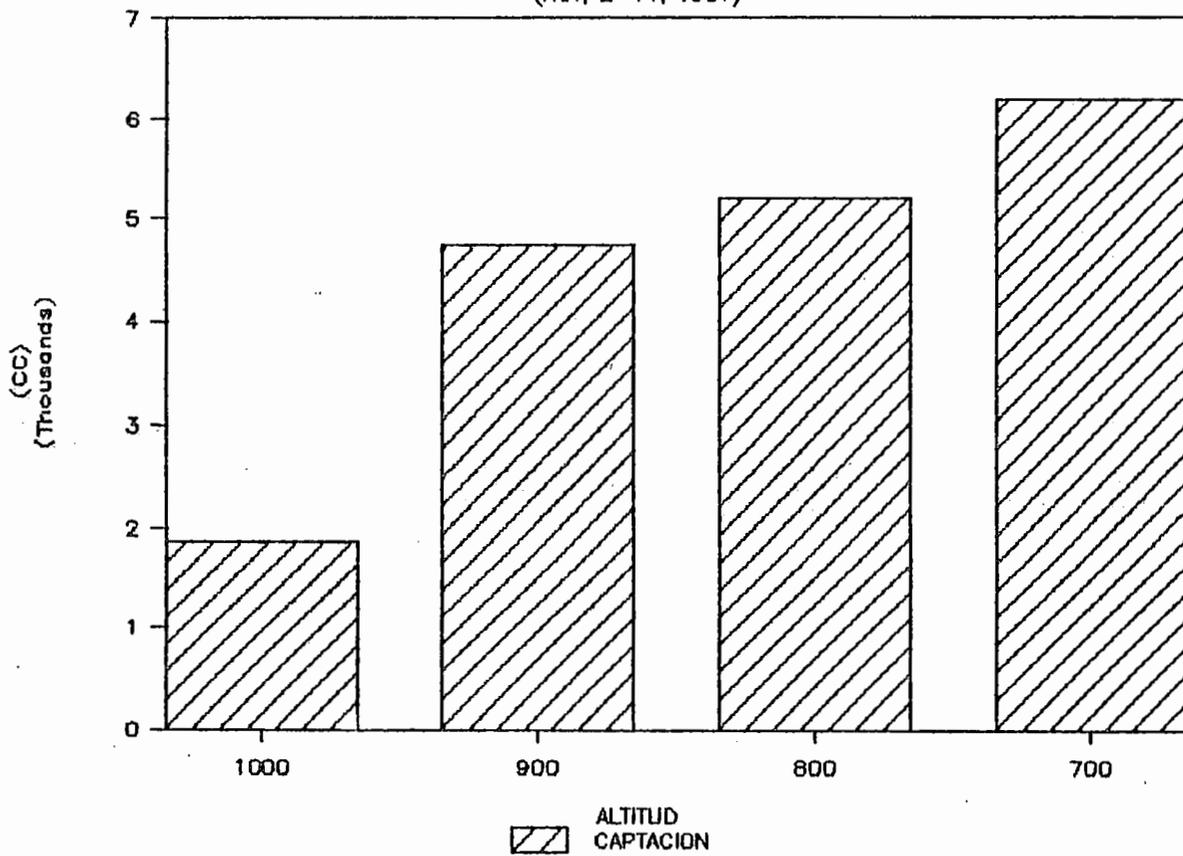
(12:30 A 13:30 hrs)



graf 3

CAMPANA 87

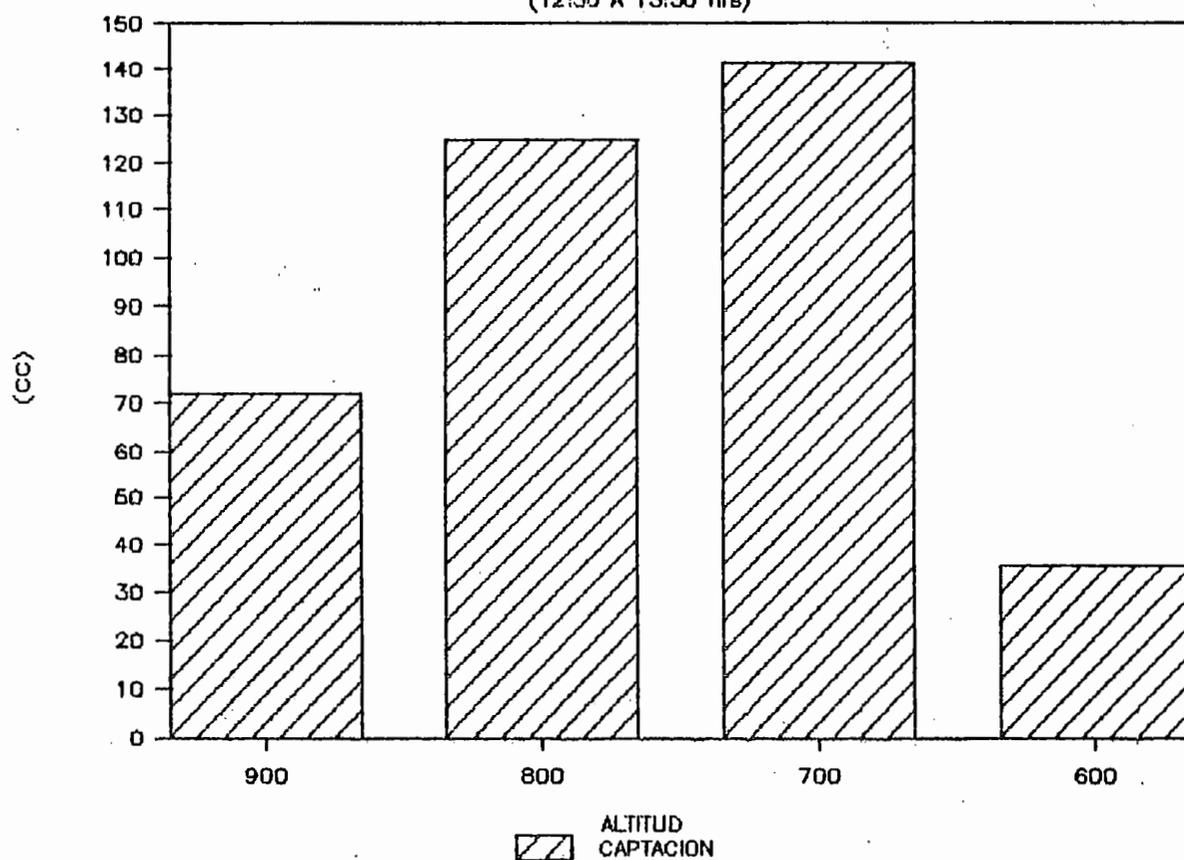
(Nov, 2-14, 1987)



graf 4

2 DE ABRIL DE 1988

(12:30 A 13:30 hrs)



CAMPANA NOVIEMBRE 1987			2 de Abril de 1988 (12:31 a 13:03)		
tabla #6 (ordenados x captacion)			tabla #7 (ordenados x captacion)		
NEBS (#)	CAPT.TOT (cc)	% (#10=100)	NEBS (#)	CAPT.TOT (cc)	% (#10=100)
10	16725.75	100.00	10	277.42	100.00
23	13799.78	82.51	03	255.36	92.05
09	12084.68	72.25	25	226.93	81.80
12	11491.70	68.71	12	199.07	71.76
21	8342.40	49.88	15	147.17	53.05
25	7100.94	42.46	21	139.07	50.13
03	6905.45	41.29	27	127.90	46.10
02	6318.29	37.78	07	120.33	43.38
07	6024.38	36.02	24	116.08	41.84
04	5270.85	31.51	05	106.28	38.31
13	4956.36	29.63	04	102.16	36.82
06	4333.75	25.91	02	97.67	35.21
22	3748.50	22.41	16	95.52	34.43
15	3407.50	20.37	22	94.39	34.02
29	3183.70	19.03	26	89.95	32.42
05	2765.55	16.53	28	71.81	25.89
26	1938.00	11.59	17	56.57	20.39
27	1920.55	11.48	20	46.10	16.62
01	1878.35	11.23	29	45.94	16.56
30	1649.10	9.86	19	35.96	12.96
14	1154.75	6.90	18	35.08	12.65
			14	26.38	9.51
			09	--	--

% = calculado respecto al #10, maxima captacion

CAPTACION SEGUN ALTITUD NOVIEMBRE 1987				
tabla #8				
DIA	1000	900	800	700
(#)	(m)	(m)	(m)	(m)
2(P)	0.00	1.55	4.25	198.03
3(P)	1311.42	2440.76	2397.90	1983.09
4(P)	183.78	116.86	355.81	308.21
4(S)	133.95	157.50	75.04	2.26
5(P)	0.00	380.79	119.62	7.17
5(S)	0.00	0.00	0.44	0.00
6(P)	0.00	0.00	14.59	105.21
6(S)	0.00	0.00	0.00	0.00
7(S)	9.34	7.75	0.51	3.63
8(P)	0.00	31.61	1.32	0.00
8(S)	0.00	0.00	0.00	0.00
9(P)	0.00	2.11	0.00	0.00
9(S)	0.00	0.00	0.00	0.00
11(P)	0.00	1.55	95.64	401.17
11(S)	0.00	0.00	0.00	0.00
12(P)	3.12	135.22	450.81	1030.98
12(S)	0.00	60.19	25.05	18.14
13(P)	236.74	1279.23	966.10	875.39
13(S)	0.00	58.46	414.97	288.78
14(P)	0.00	77.42	284.46	988.36
14(S)	0.00	0.00	5.11	0.00
TOTAL	1878.35	4751.00	5211.62	6210.40
MEDIA	89.45	226.24	248.17	295.73
ST. DV.	281.13	566.30	534.65	502.00
%error	314.30	250.31	215.43	169.75

(P)= primera medicion
(S)= segunda medicion

CAPTACION SEGUN ALTITUD 2 DE ABRIL DE 1988 (12:31 a 13:03)			
tabla #9			
900	800	700	600
(m)	(m)	(m)	(m)
71.80	124.83	141.50	35.52

2).- EXPOSICION:

Dentro del área de estudio se distinguen tres exposiciones principales de los distintos cordones montañosos: SW, W, NW.

Aquellos que exponen al SW, comprenden principalmente las estribaciones del cordón Carmelitas (neblinómetros #1, #2, #3, #4, #5, #6, #7), los que se encuentran en la ladera sur de la meseta de El Tofo (#21, #22) y el #14 ubicado en el "laboratorio".

Los que exponen al W: Meseta de El Tofo (#12, #13, #20); Rellano (#9, #10); Portezuelo Carmelita (#8), Portezuelo Sarco (#23) y Laboratorio (#15, #16, #18, #19)

Finalmente los que exponen al NW comprendiendo principalmente a los ubicados en el cordón Sarco (#24, #25, #26, #27, #28, #29, #30) y al #17 ubicado en el "laboratorio".

Al acumular los distintos neblinómetros según las exposiciones antes expuestas, para las mediciones de Nov. 1987 y 2 de Abril 1988, vemos claramente en los gráficos #5 y #6 que las exposiciones Weste presentan volúmenes de captación mayores que las otras dos. Esta situación es manifiesta para los datos de Noviembre 1987, dado que las mediciones comprenden un período más largo que en Abril, además que los neblinómetros considerados en ambas oportunidades son distintos (ver tablas #3 y #5).

La explicación para esta situación estaría dada por la franqueidad (limpieza) a los vientos predominantes que presentan las exposiciones Weste. El viento sufre importantes variaciones en sus líneas de flujo por la topografía del área de El Tofo, viéndose obligado a doblar tanto para acceder a las exposiciones SW como NW.

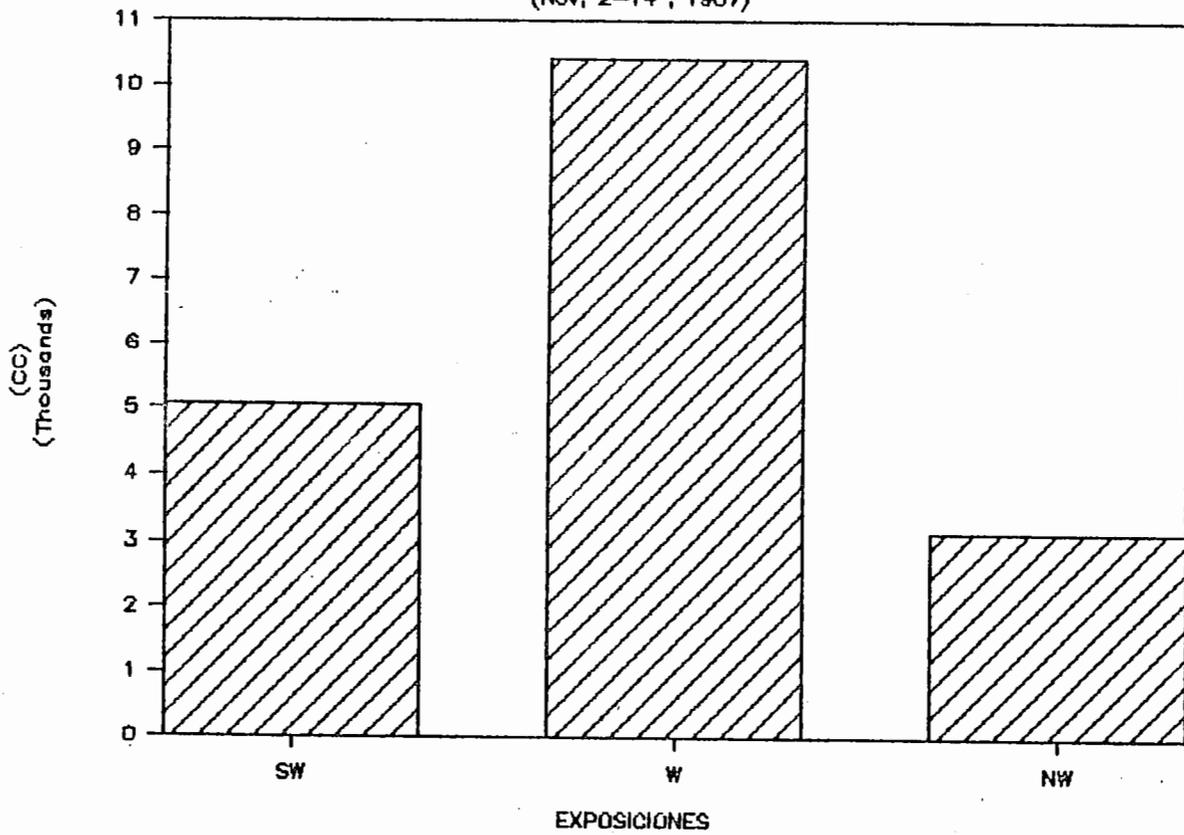
Se pueden distinguir, además de las exposiciones dadas por las mesoescala, aquellas de la microescala, es decir las exposiciones dentro de una misma ladera. Es así como encontramos exposiciones barlovento, cresta y sotavento, que fueron medidas a los 700 y 800 m. en los dos cordones mencionados.

Nuevamente, la franqueidad al viento predominante, en este caso las exposiciones barlovento, son las que presentan las mayores captaciones. Esta condición se cumple tanto para Noviembre 1987 como para el 2 de abril 1988, manifestándose como en las veces anteriores una mayor diferencia en noviembre que en Abril. (ver gráficos #7 y #8).

graf 5

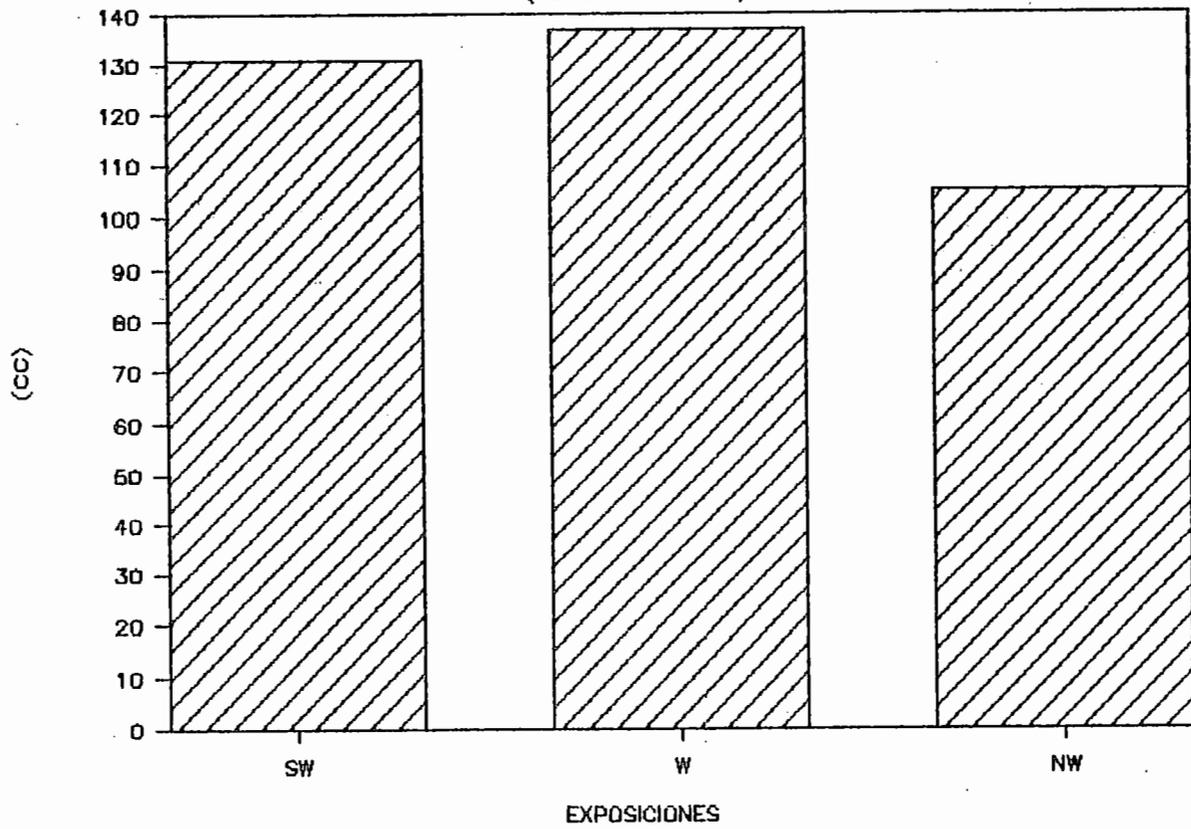
CAMPANA 1987

(Nov. 2-14, 1987)



graf 6

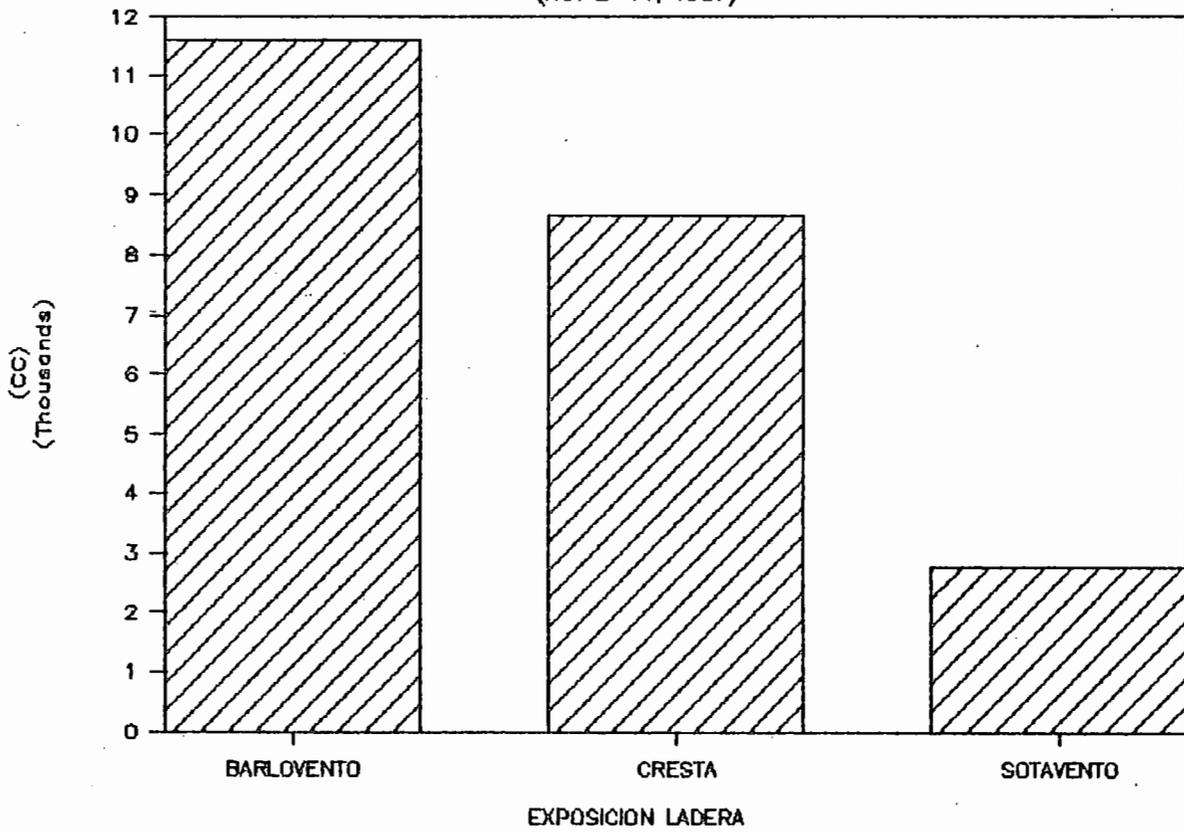
2 DE ABRIL DE 1988
(12:30 A 13:30 hrs)



graf 7

CAMPANA 1987

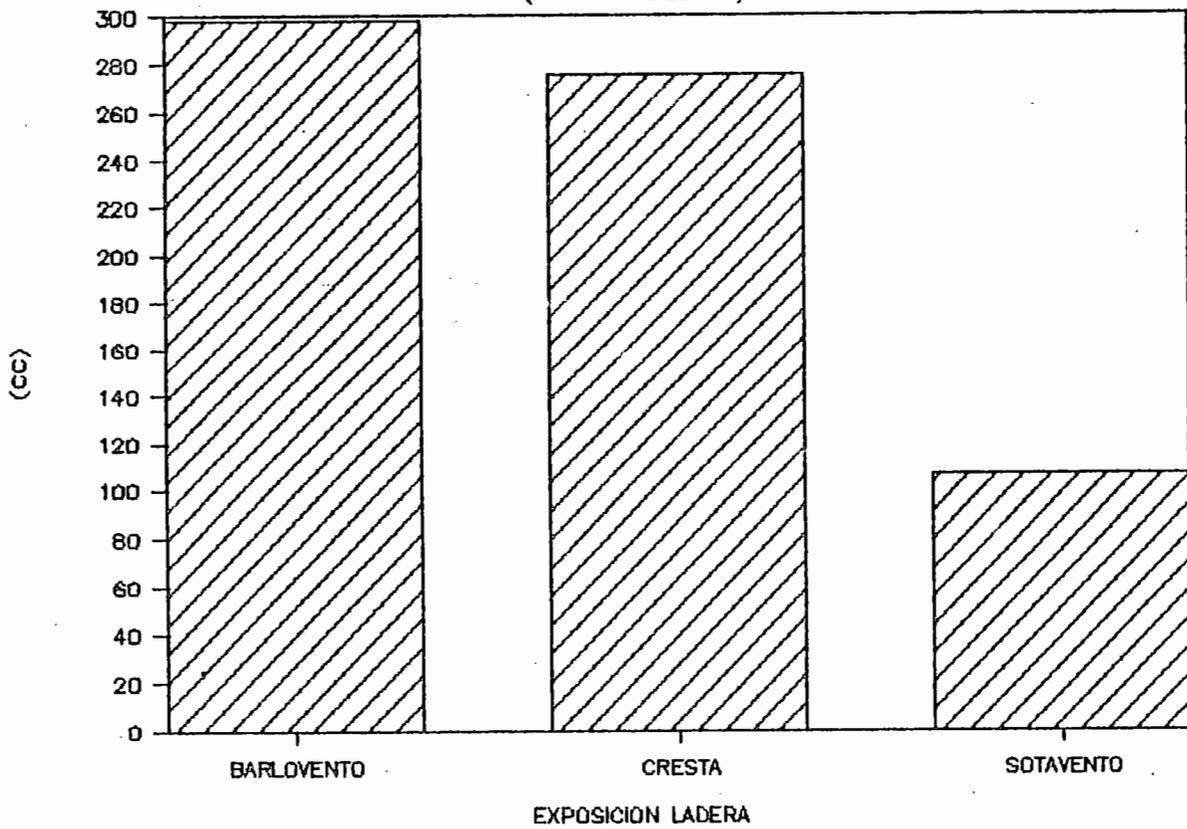
(Nov 2-14, 1987)



graf 8

2 DE ABRIL DE 1988

(12:30 A 13:30 hrs)



CAPTACION SEGUN EXPOSICION (cordon) tabla #10			
FECHA	SW	W	NW
NOV '87	5065.28	10410.96	3158.46
2 ABRIL	130.75	136.98	105.03

CAPTACION SEGUN EXPOSICION (Laderas 700 y 800 m) tabla #11			
FECHA	BARLOVENTO	CRESTA	SOTAVENTO
NOV '87	11605.12	8656.76	2765.55
2 ABRIL	297.82	275.69	106.28

3).-

FORMAS DEL RELIEVE:

Dos formas de relieve sobresalen como óptimas para la captación de agua de niebla, estas son los portezuelos y los rellanos.

Portezuelos:

1) En el área de El Tofo se ha detectado un portezuelo mayor constituido por la zona de la meseta donde se han ubicado los colectores para dotar de agua a Chungungo. Este sector fue estudiado entre los años 1982 y 1984 donde se estableció que ese era el lugar de mejor potencial. La explicación se encontró en el hecho de que la meseta se encuentra en la parte central más deprimida del cordón formado por los cerros Carmelita y Sarco. (Proyecto DIUC 122-82).

2) En esta oportunidad se estudiaron los portezuelos menores que conectan dicha meseta con los cerros aledaños, Portezuelos Carmelita y Sarco. Ambos tienen características topográficas particulares, de allí que se espere que la captación de agua en ambos lugares sea diferente.

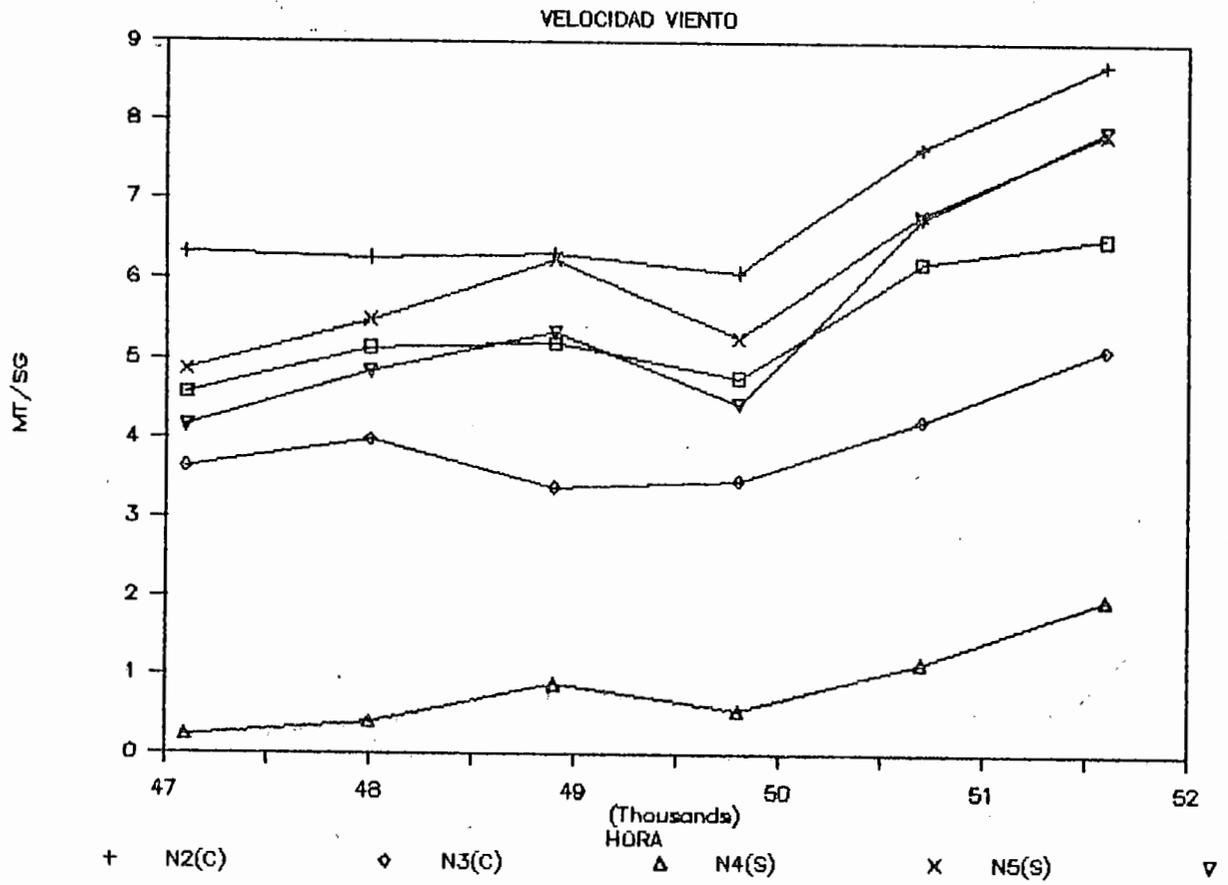
Las características son las siguientes: el portezuelo Carmelita tiene en su base un ancho de 75 m y la distancia que hay entre las primeras curvas de nivel próximas a la base es de 200 m. A barlovento lo enfrenta una quebrada de 1.25 km cuya dirección es SW-NE. El portezuelo Sarco tiene en su base un ancho de 300 m, y la distancia que hay entre las primeras curvas de nivel próximas a la base es de 425 m. A barlovento lo enfrenta una quebrada de 1.9 km cuya dirección es NW-SE.

Dadas estas características se postuló la hipótesis de que el Portezuelo Carmelita debiera tener mayor potencial de captación, debido al encajonamiento del viento, lo que implica una mayor velocidad; por otra parte, el hecho de que la quebrada que actúa de vía sea más corta, también podría ser un factor positivo.

Al medirse en forma simultánea en tres puntos de cada portezuelo, se constató mayor velocidad de viento en el portezuelo esperado (Gráfico #9, neblinómetro #2). Desgraciadamente, en esa oportunidad no hubo neblina, por lo que no hay registro de esa fecha. Pero con el fin de corroborar esta aseveración, se hizo una pequeña experimentación un día con niebla, donde se midió durante media hora y se comprobó la hipótesis antes mencionada.

graf 9

AMBOS PORTEZUELOS: Carmelitas - Sarco



3) Debido a que el viento al pasar por un portezuelo está condicionado por las laderas de los cerros que lo forman, es de esperar que el viento tenga distinto comportamiento dentro de él.

En primer lugar, se espera que la mayor velocidad de viento se encuentre en el punto más deprimido o talweg. Esto se explicaría por ser la vía más estrecha y el denominado efecto físico de Venturi.

Asimismo, se espera que la velocidad sea mayor en el sector donde el radio de giro del viento es mayor. La masa de aire tiene su movimiento dado por la forma del relieve, por lo tanto tiene una dirección que en este caso está dada por el relieve de la quebrada que actúa como vía, al llegar al portezuelo tiende a "chocar" contra la ladera que lo enfrenta en su misma dirección.

Es así como, al medirse los portezuelos en siete puntos, se esperó la mayor velocidad y captación en los talweg, y en seguida, para el Carmelita en la ladera norte del portezuelo, y para el Sarco, en la ladera sur de dicho abra.

Al hacer el análisis de las mediciones registradas (en distintos días), se constata que en ambos talweg de portezuelos se encuentran las mayores velocidades de vientos. (figuras #12 y #13, neblinómetros #7 en ambos portezuelos). En el caso del Carmelita además, se registra la mayor captación. Es difícil explicar la falta de captación en el talweg de Sarco. (La niebla se presentó expecialmente débil en el momento de la medición, debido a la altitud de la base de la nube).

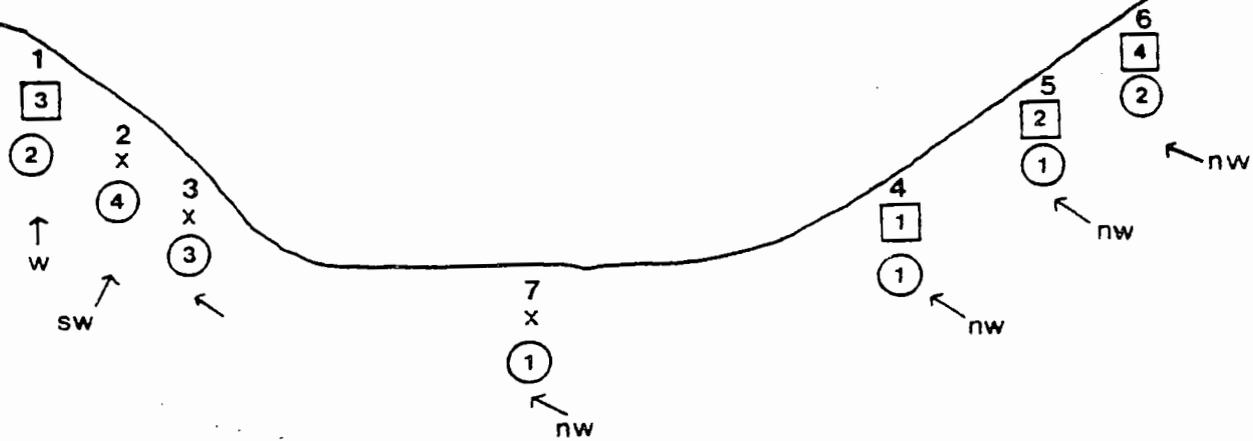
Se constata asimismo, que las velocidades mayores que siguen a la del talweg se encuentran en las laderas de "choque". (figuras #12 y #13, neblinómetros # 2 y 3 en Carmelita, y neblinómetros # 4, 5 y 6 en Sarco). Es interesante hacer notar que en el portezuelo Carmelita las mejores captaciones se encuentran próximas al talweg y disminuyen hacia las zonas altas. (Es necesario descartar el neblinómetro #6, que si bien está más alto, tiene excelente captación por estar compartiendo bondades de rellano y de portezuelo).

Por otra parte, con respecto a la dirección del viento, se constata que en las mediciones se registra la dirección que le imprime la relación entre el ángulo de la quebrada y la orientación y forma del portezuelo, haciéndolas variar en ambos costados del talweg. Especialmente interesante es el caso de la ladera norte del portezuelo Carmelita que tiene franco surweste (neblinómetros #2 y 3) y la ladera sur del Sarco que tienen franco norweste. La dirección weste que presenta la ladera sur

del Carmelita se debe a que predomina la dirección entregada por el efecto del rellano, como se ya se planteó anteriormente (neblinómetros # 4,5 y 6).

A modo de conclusión, se postula que la mayor parte de las hipótesis se cumplen, pero que es necesario realizar más mediciones, debido a que en algunos casos, la ubicación de los neblinómetros no fue adecuada por compartir situaciones diversas, o por encontrarse obstaculizado por pequeñas deformaciones del terreno. Por otra parte, es interesante realizar el mayor número de mediciones para contemplar los efectos en distintas situaciones sinópticas.

PORTEZUELO SARCO



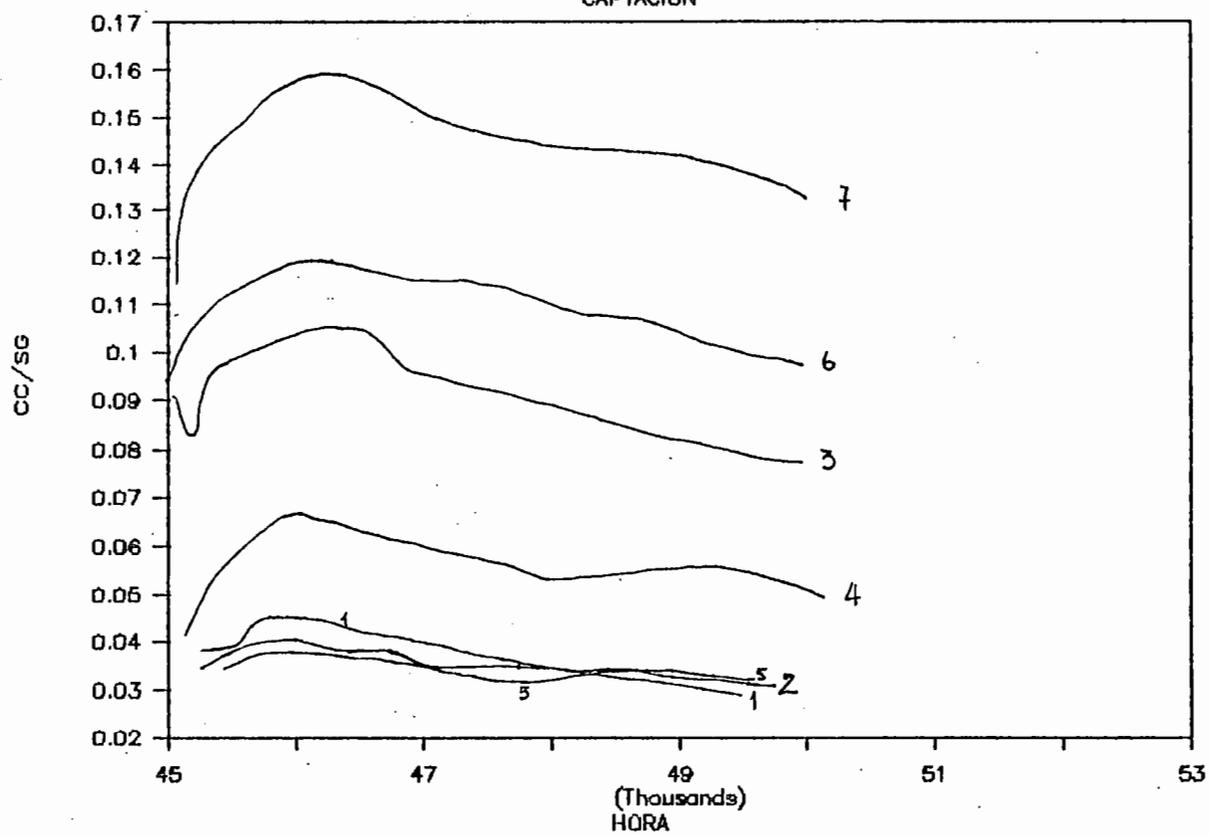
SIMBOLOGIA

- 7 Ubicación
- 1 Captación
- 2 Velocidad
- ↑ Dirección
- X Sin captación

FIGURA 13

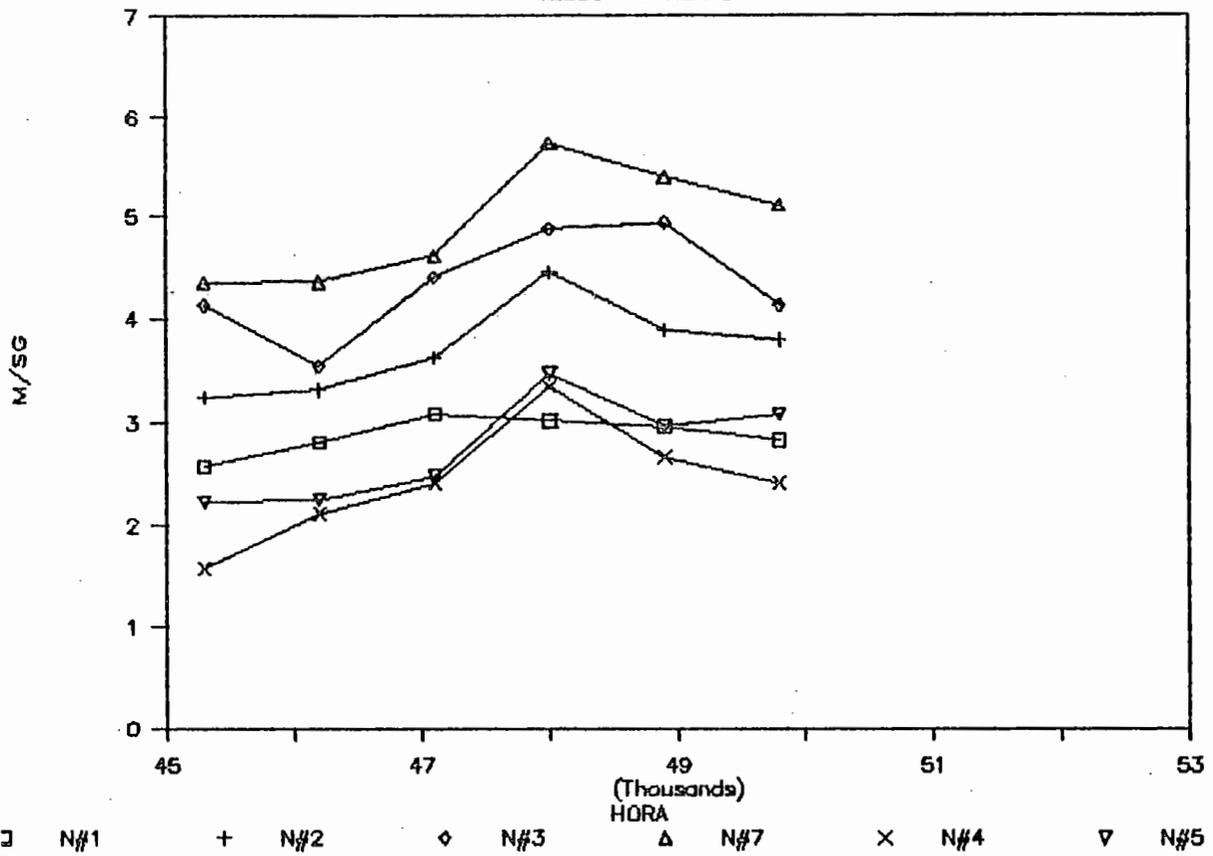
PORTEZUELO CARMELITA

CAPTACION



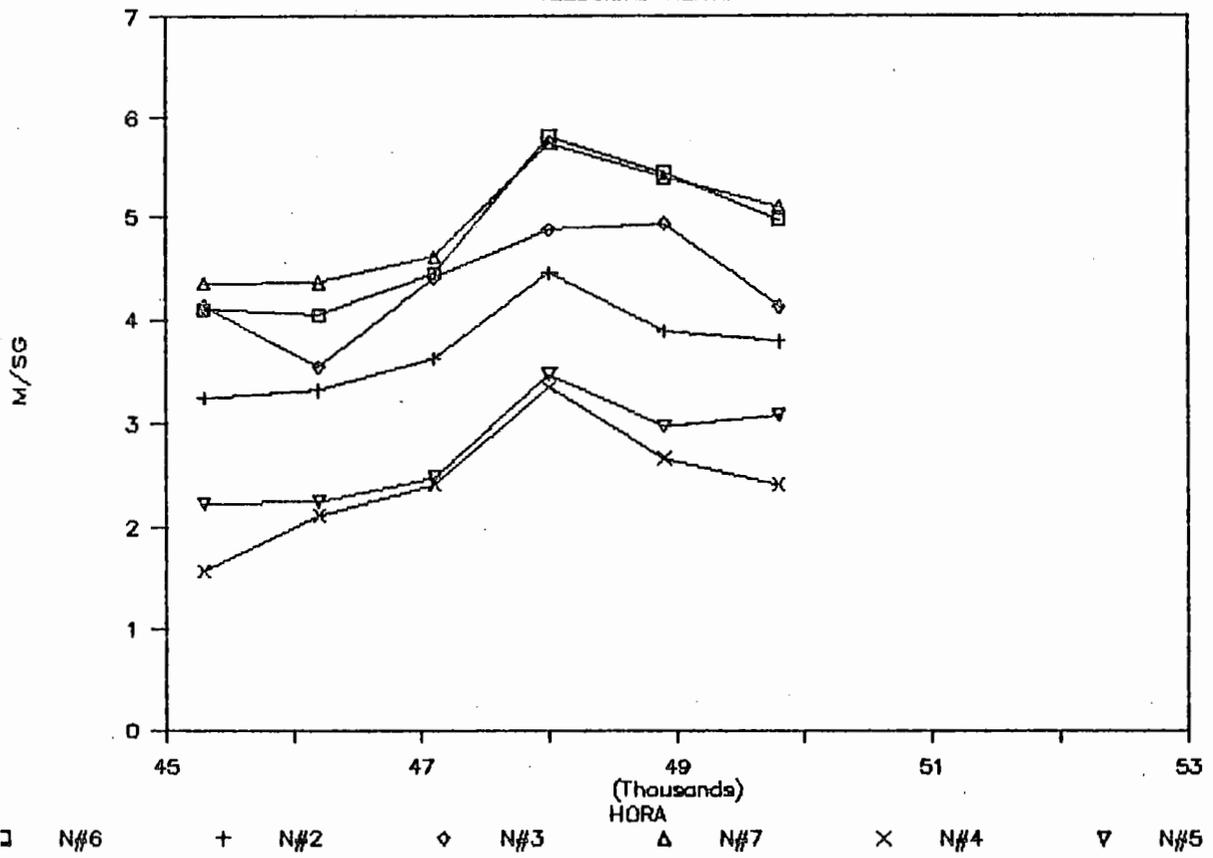
PORTEZUELO CARMELITA

VELOCIDAD VIENTO



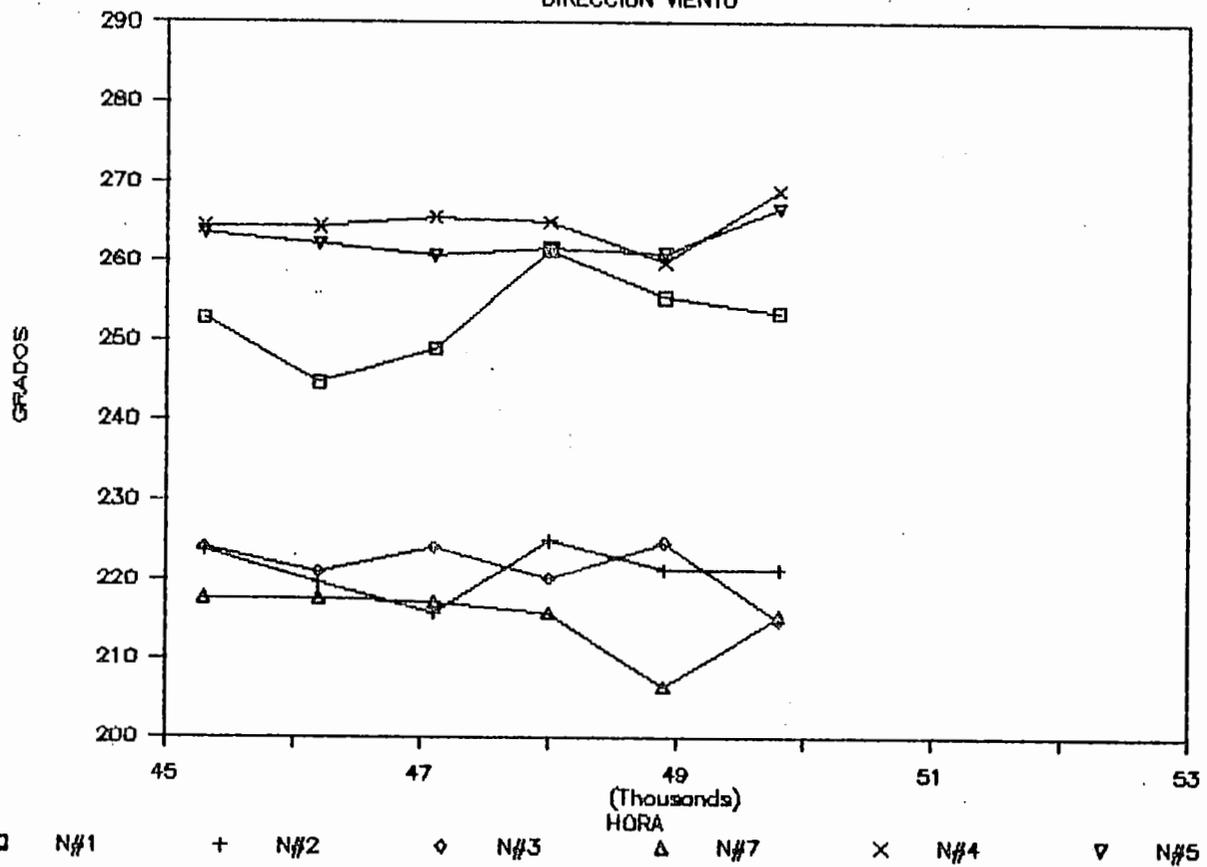
PORTEZUELO CARMELITA

VELOCIDAD VIENTO



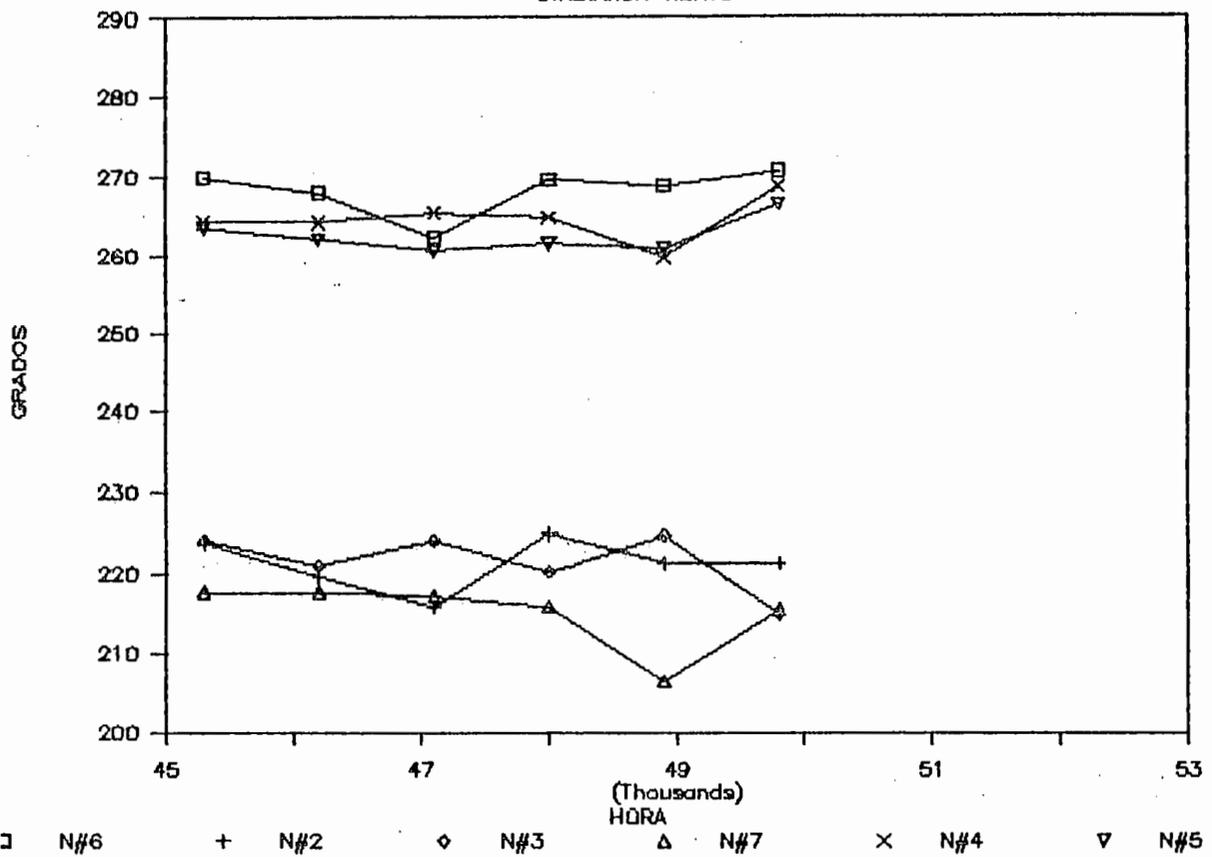
PORTEZUELO CARMELITA

DIRECCION VIENTO



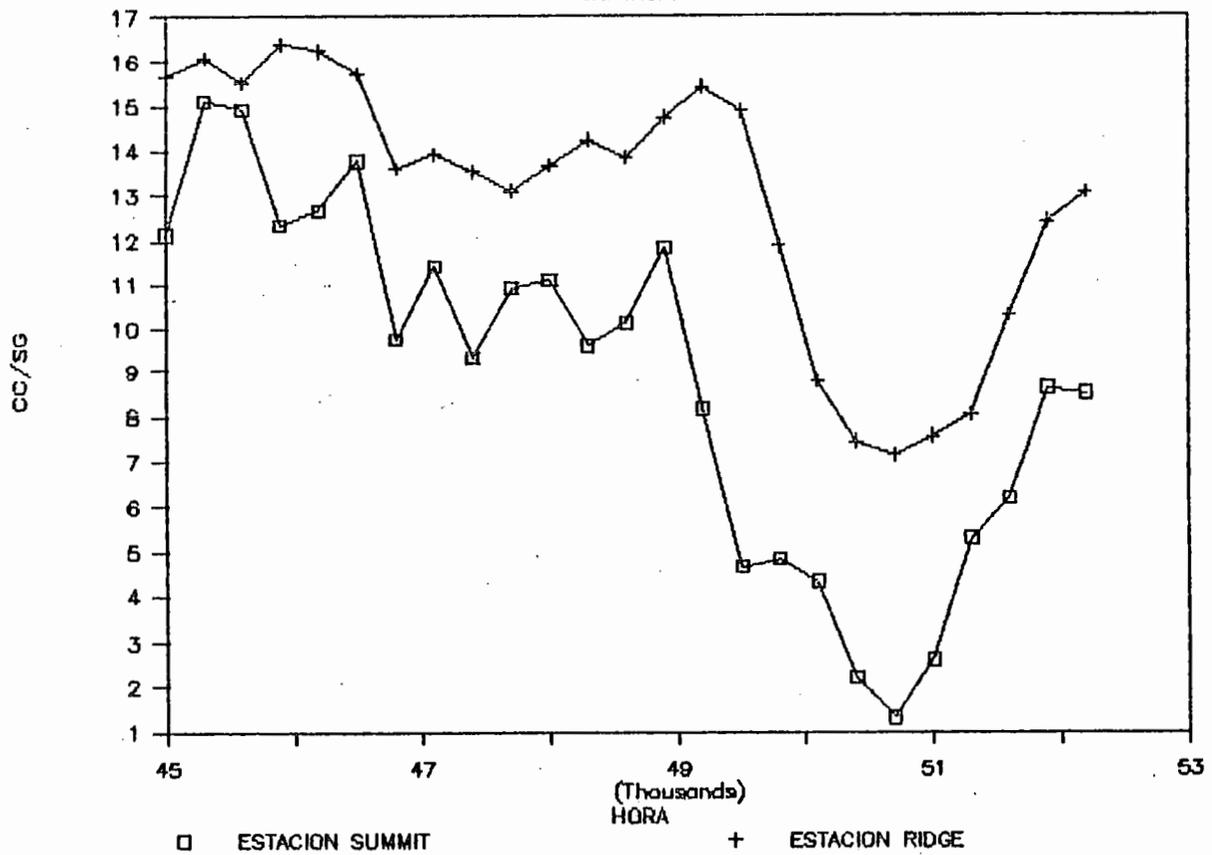
PORTEZUELO CARMELITA

DIRECCION VIENTO



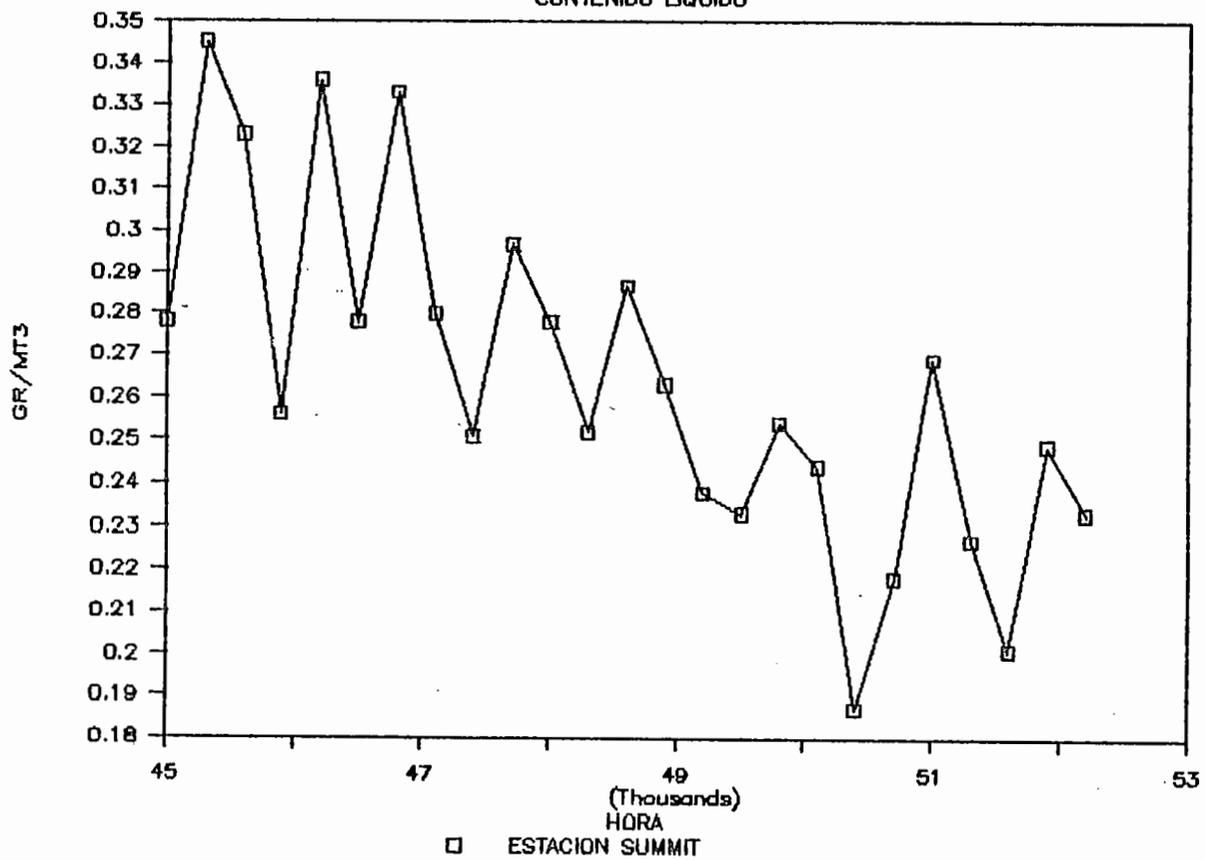
PORTEZUELO CARMELITA

CAPTACION



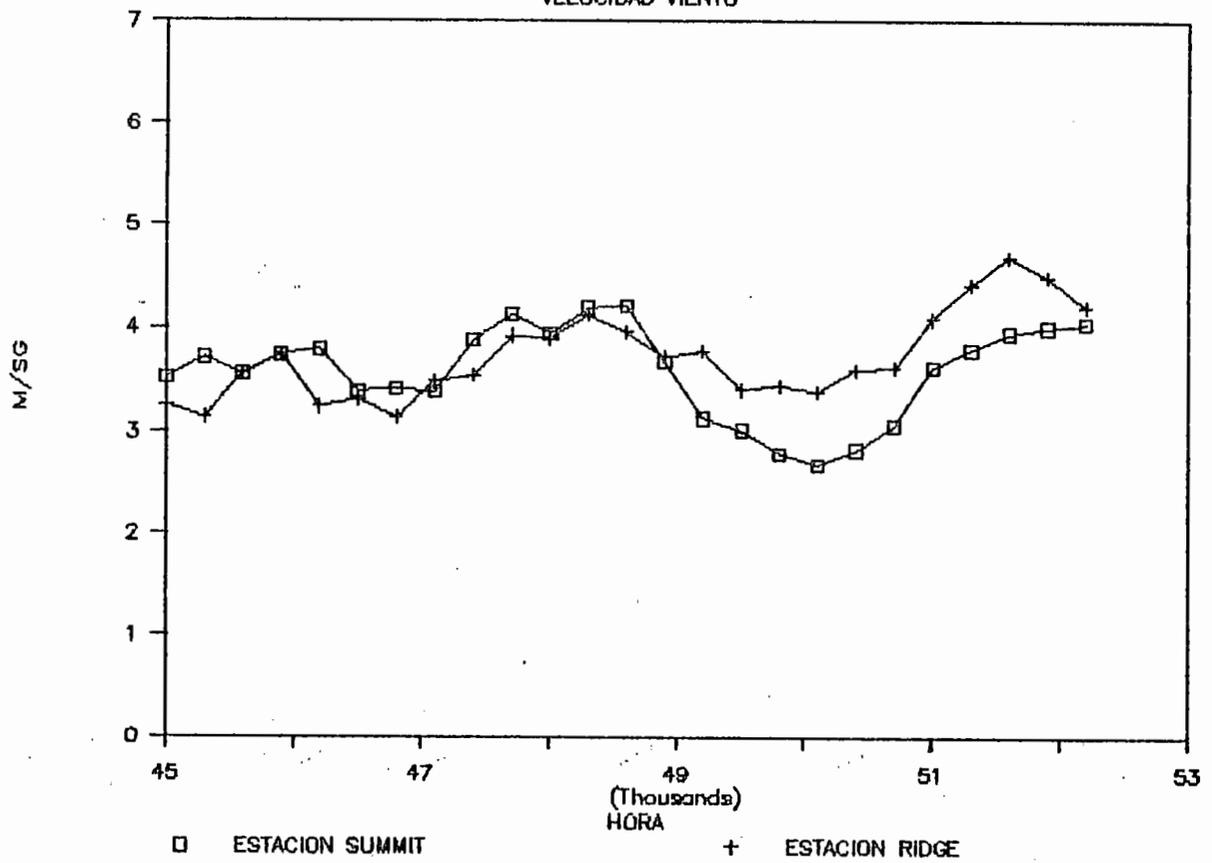
PORTEZUELO CARMELITA

CONTENIDO LIQUIDO



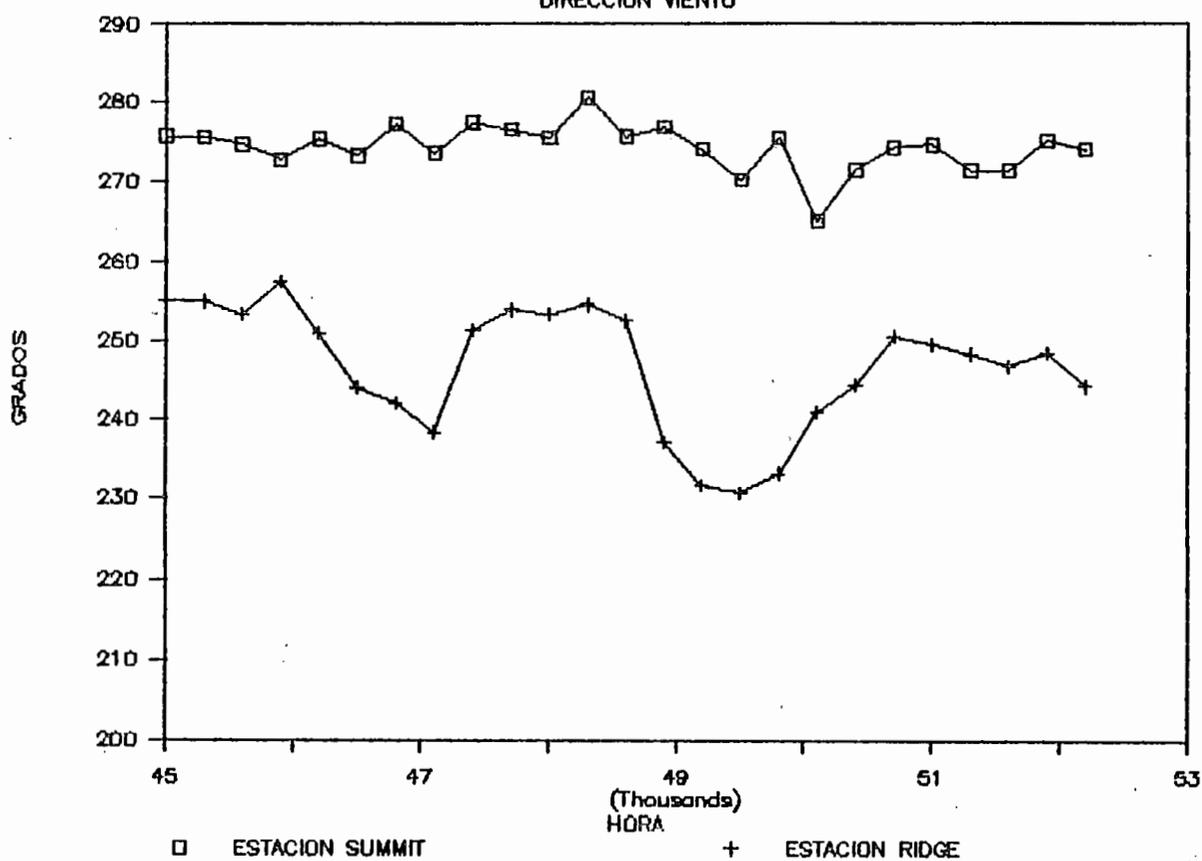
PORTEZUELO CARMELITA

VELOCIDAD VIENTO



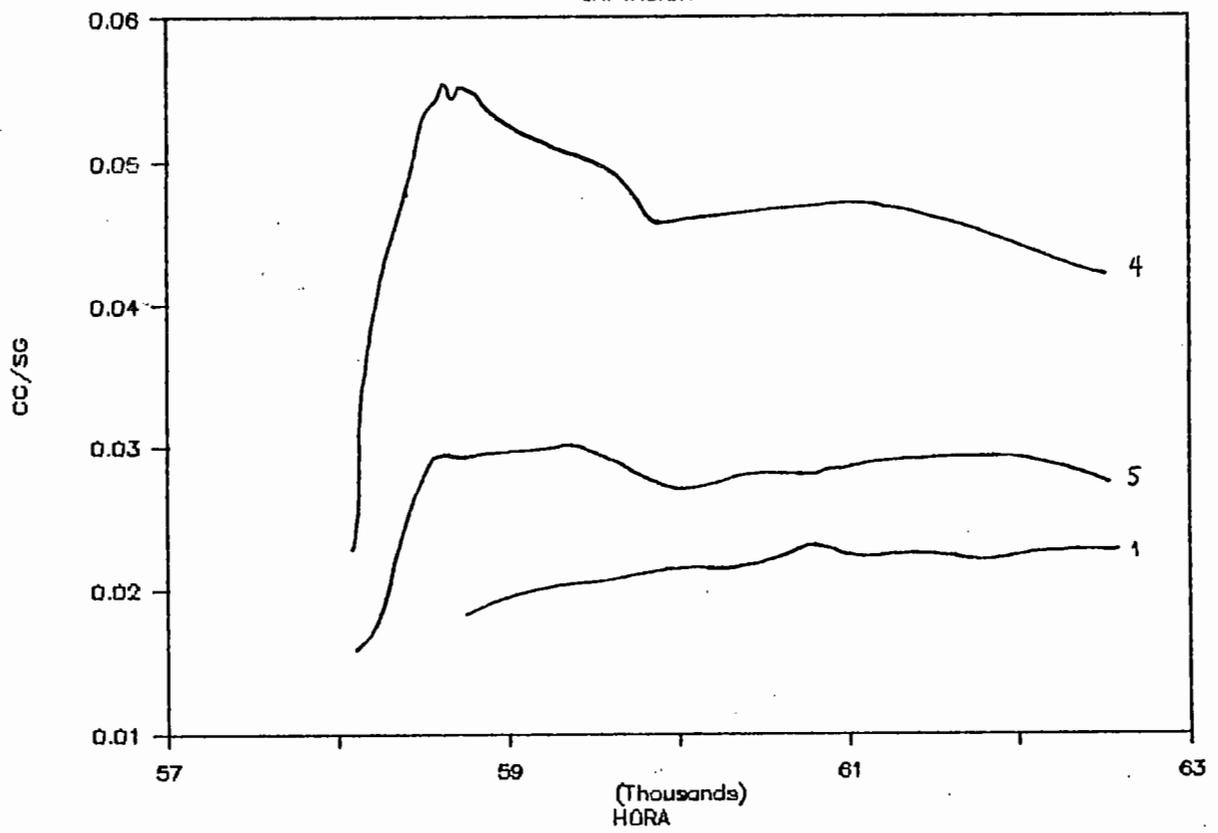
PORTEZUELO CARMELITA

DIRECCION VIENTO



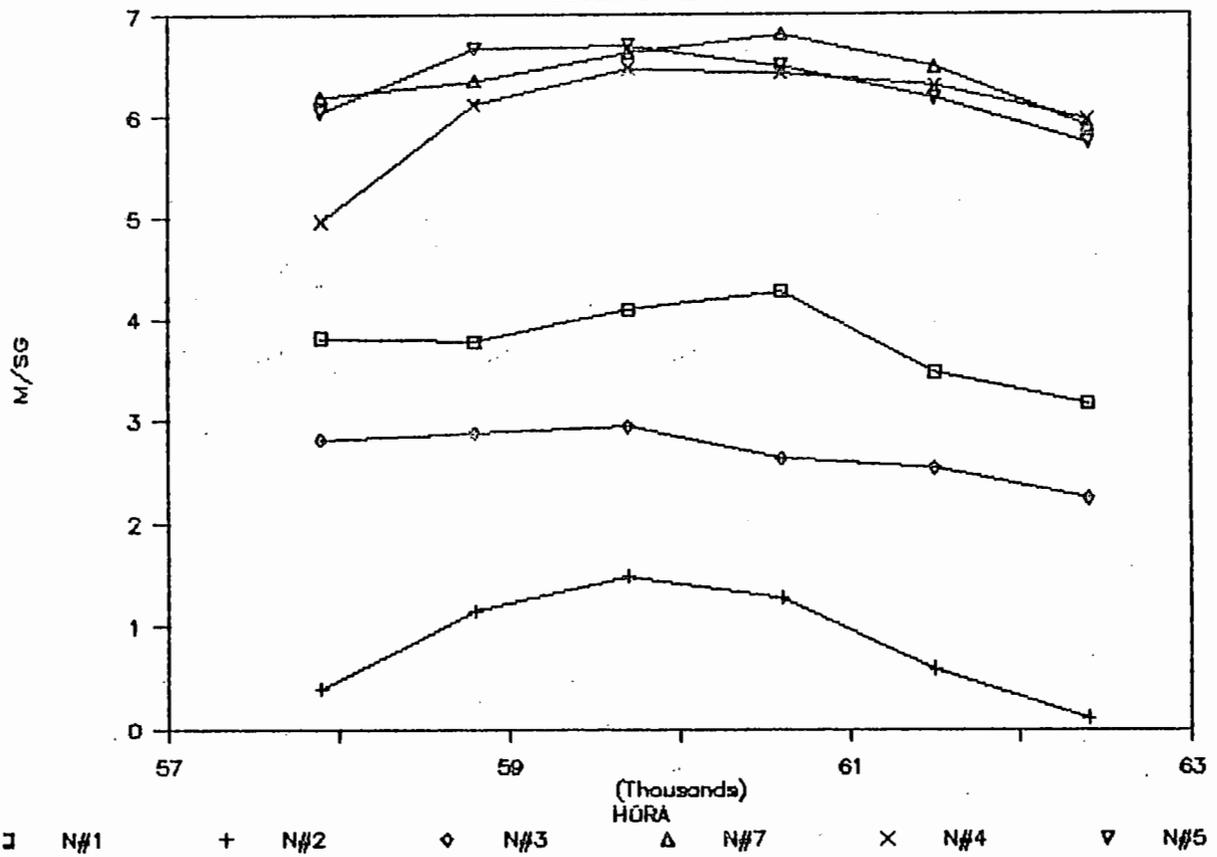
PORTEZUELO SARCO

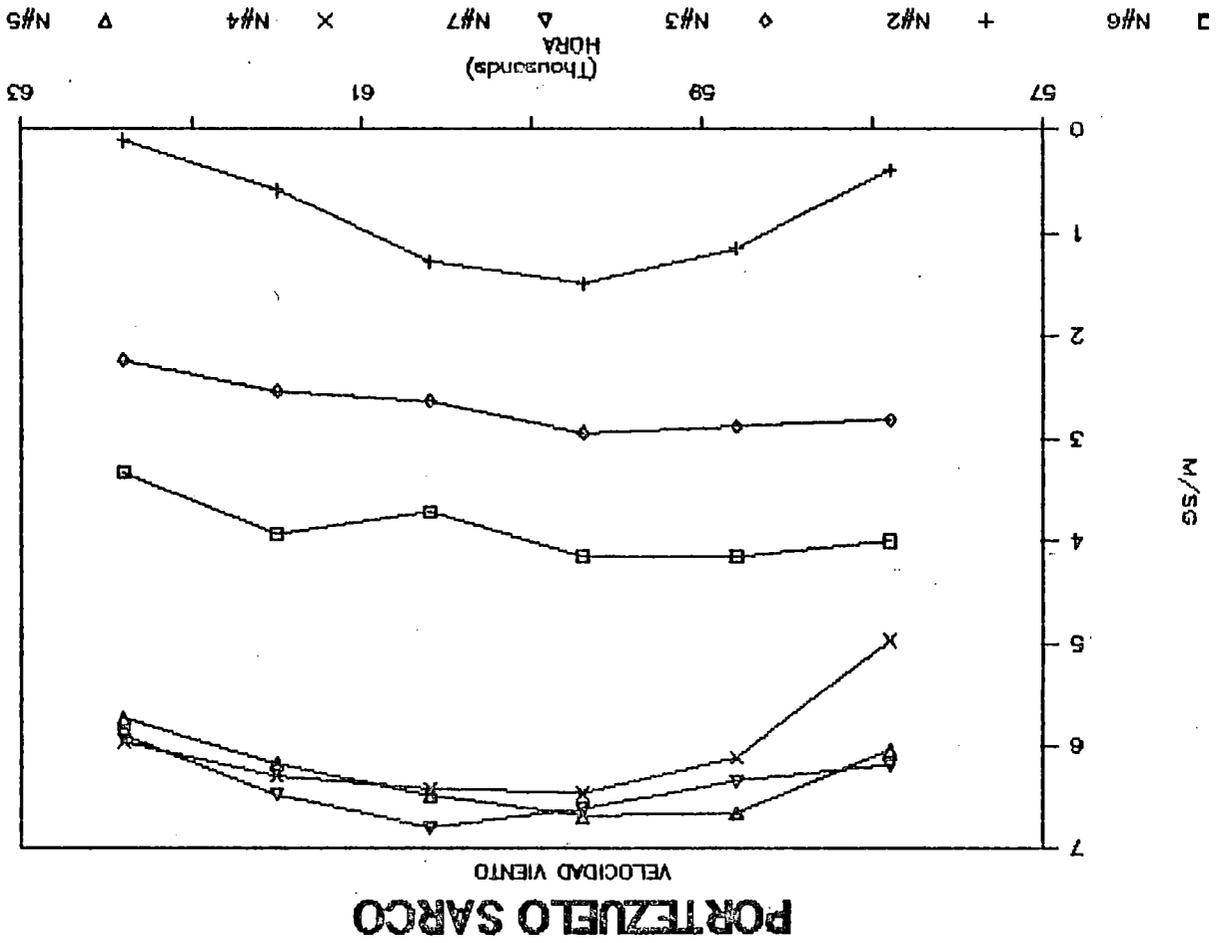
CAPTACION



PORTEZUELO SARCO

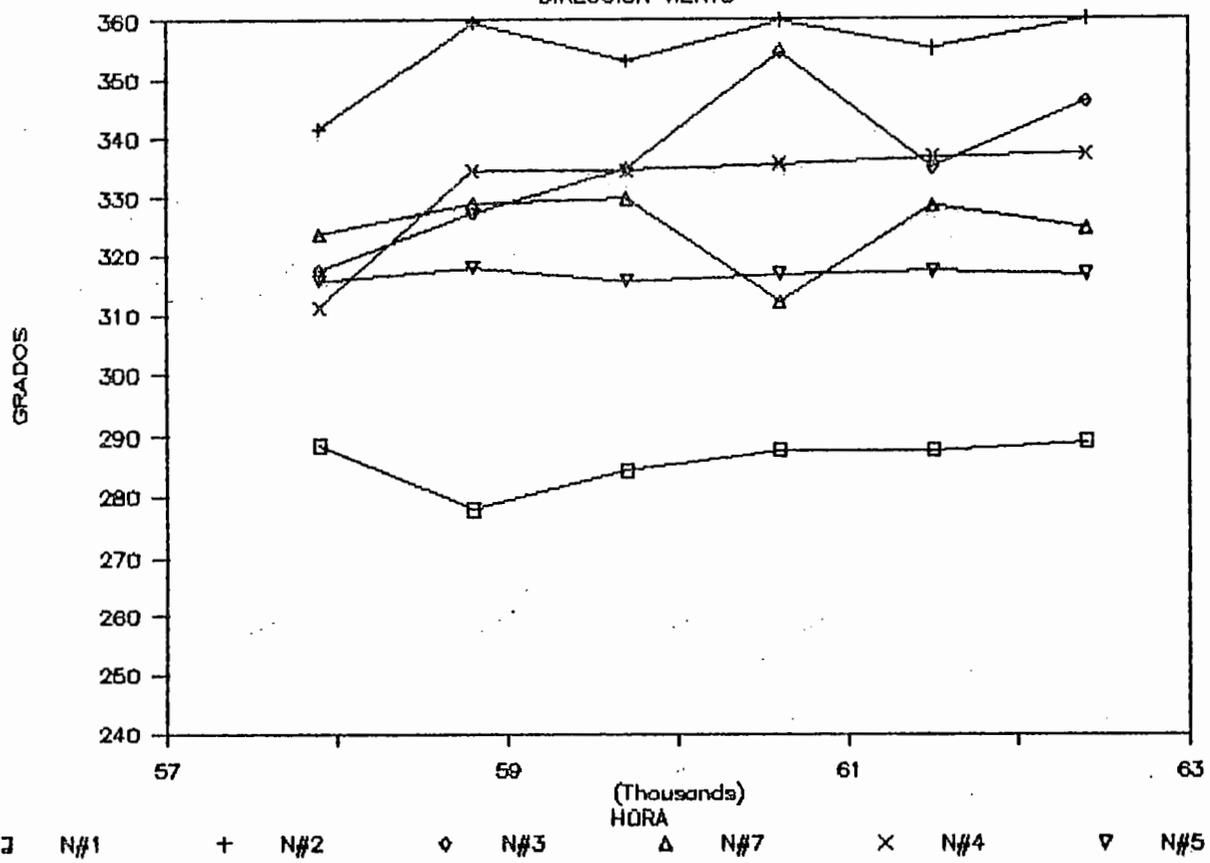
VELOCIDAD VIENTO





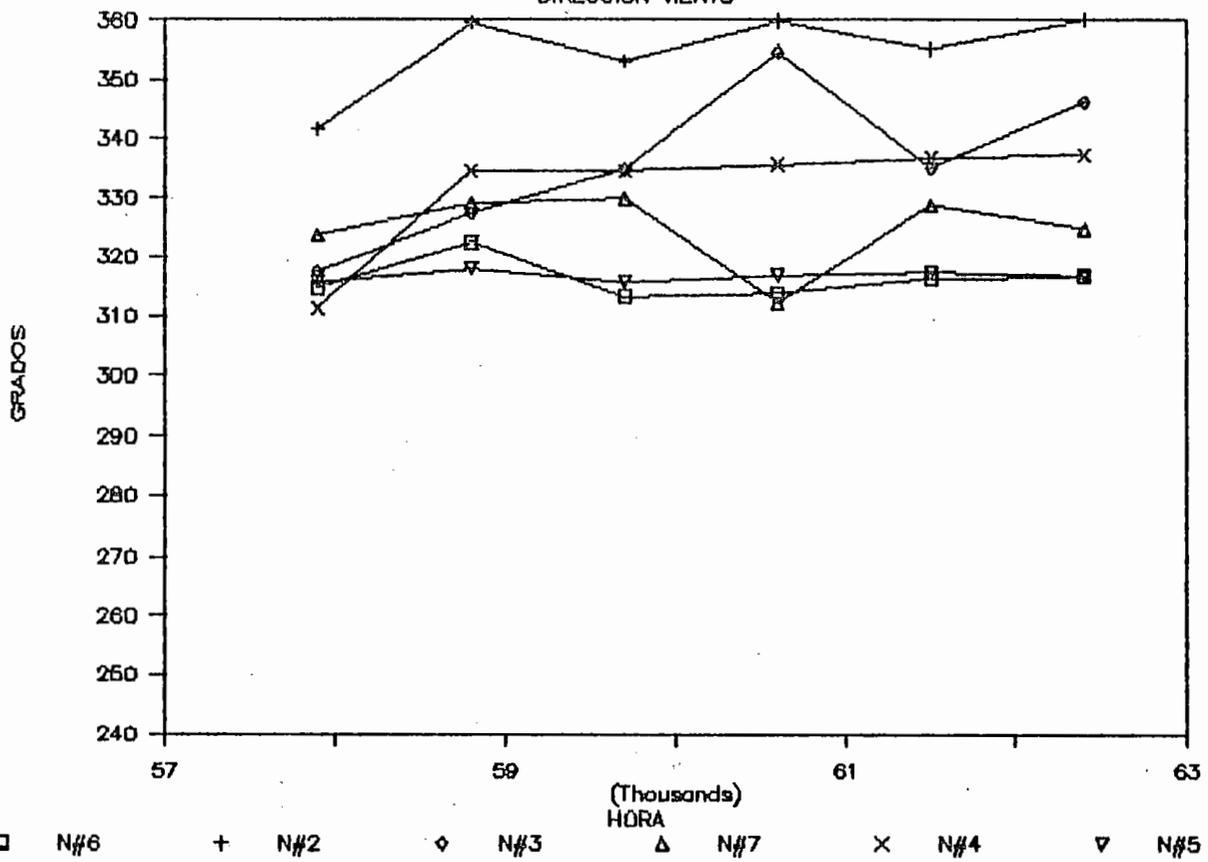
PORTEZUELO SARCO

DIRECCION VIENTO



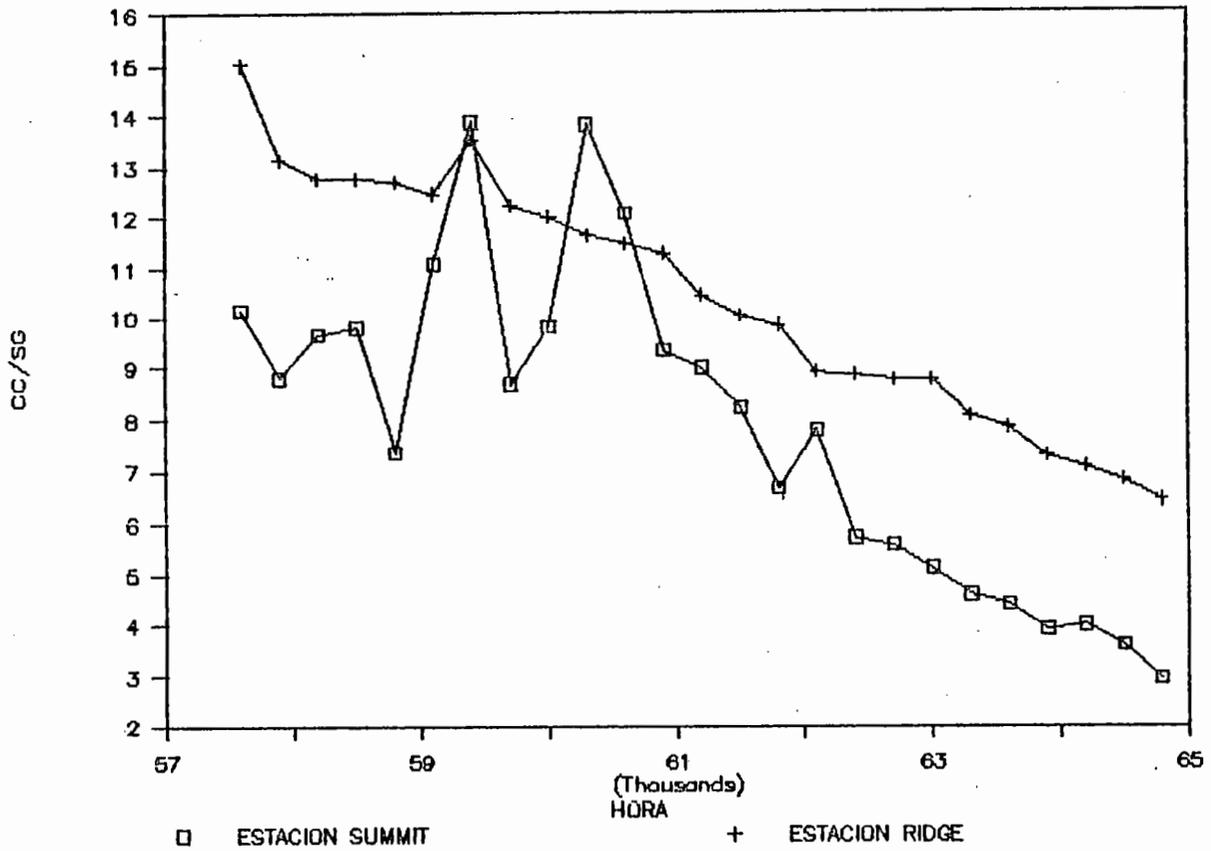
PORTEZUELO SARCO

DIRECCION VIENTO



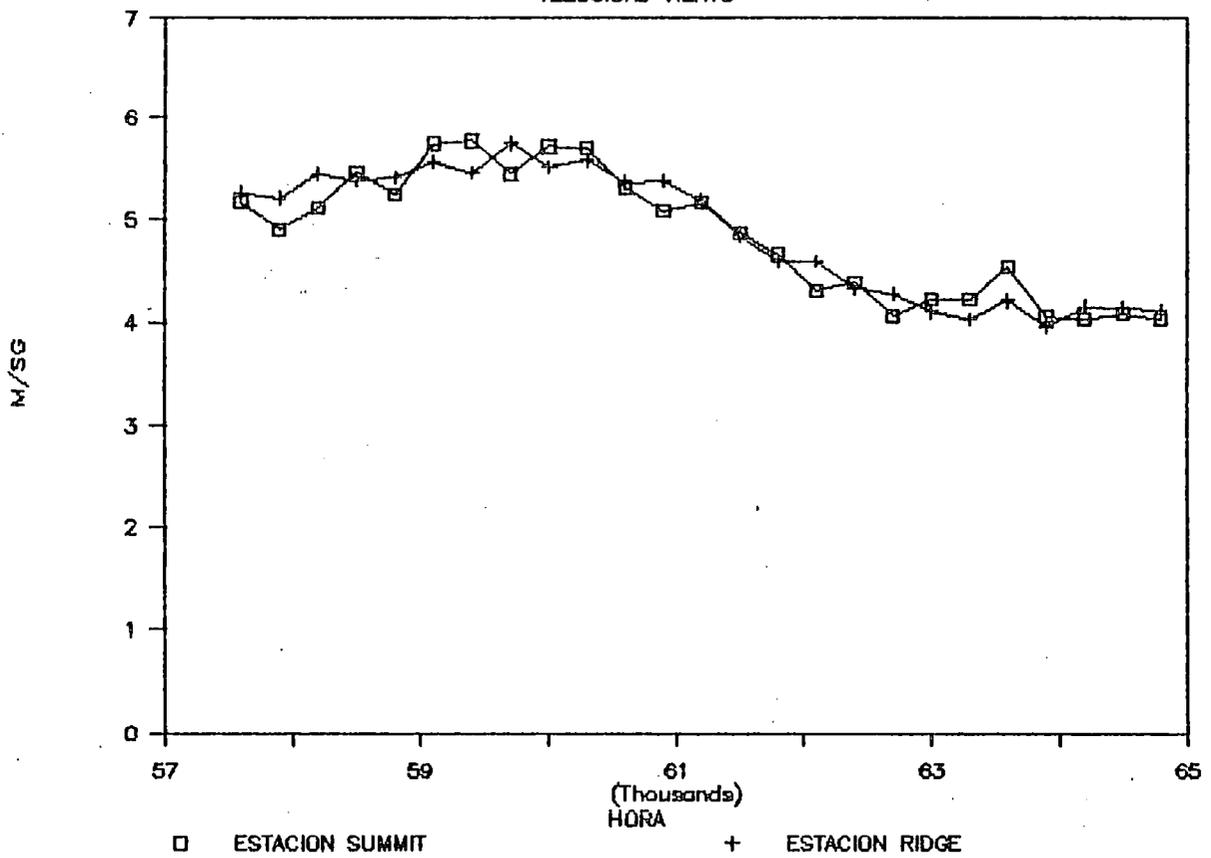
PORTEZUELO SARCO

CAPTACION



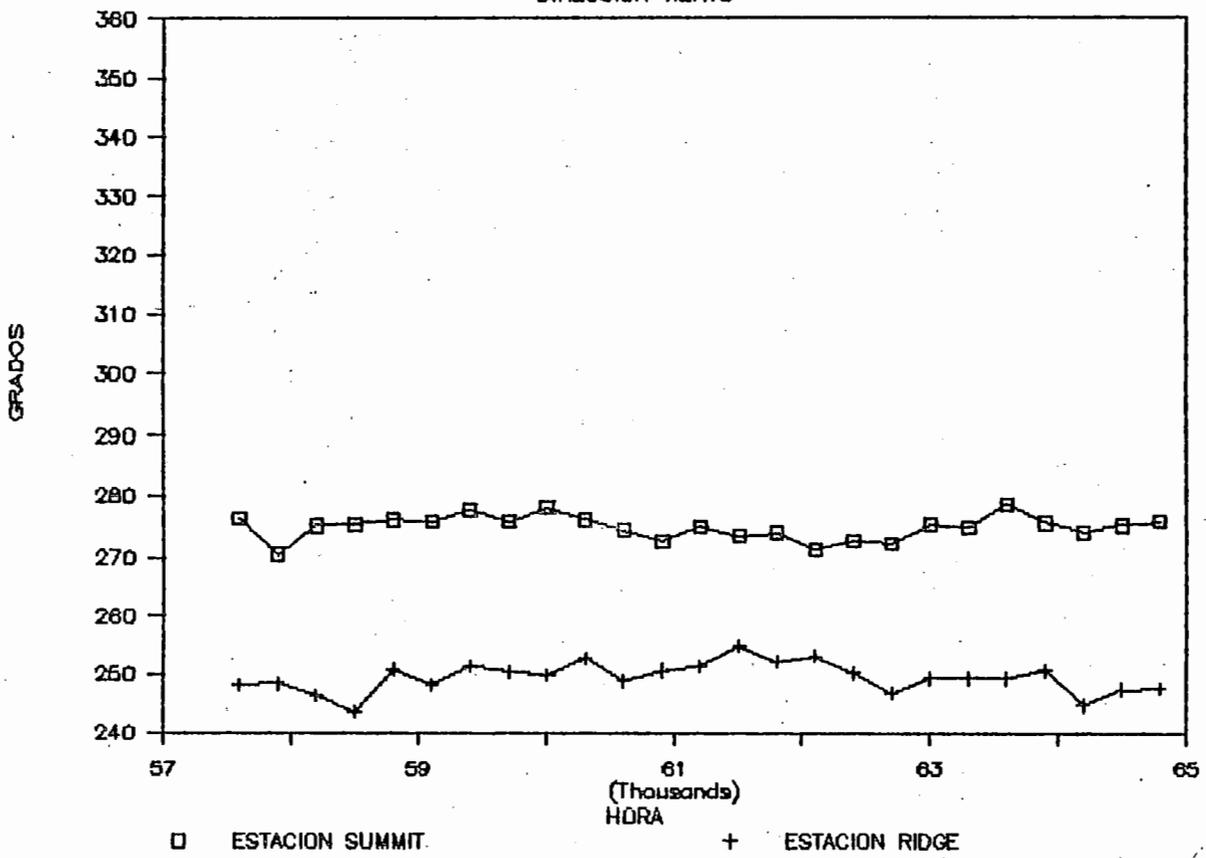
PORTEZUELO SARCO

VELOCIDAD VIENTO

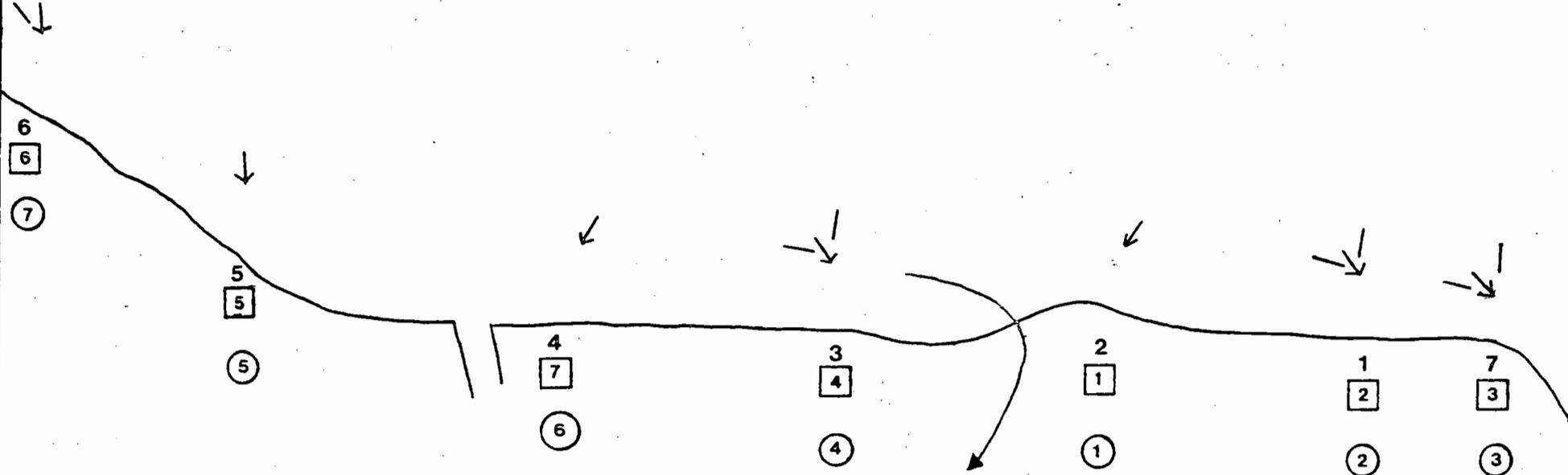


PORTEZUELO SARCO

DIRECCION VIENTO



RELLANO A LO LARGO



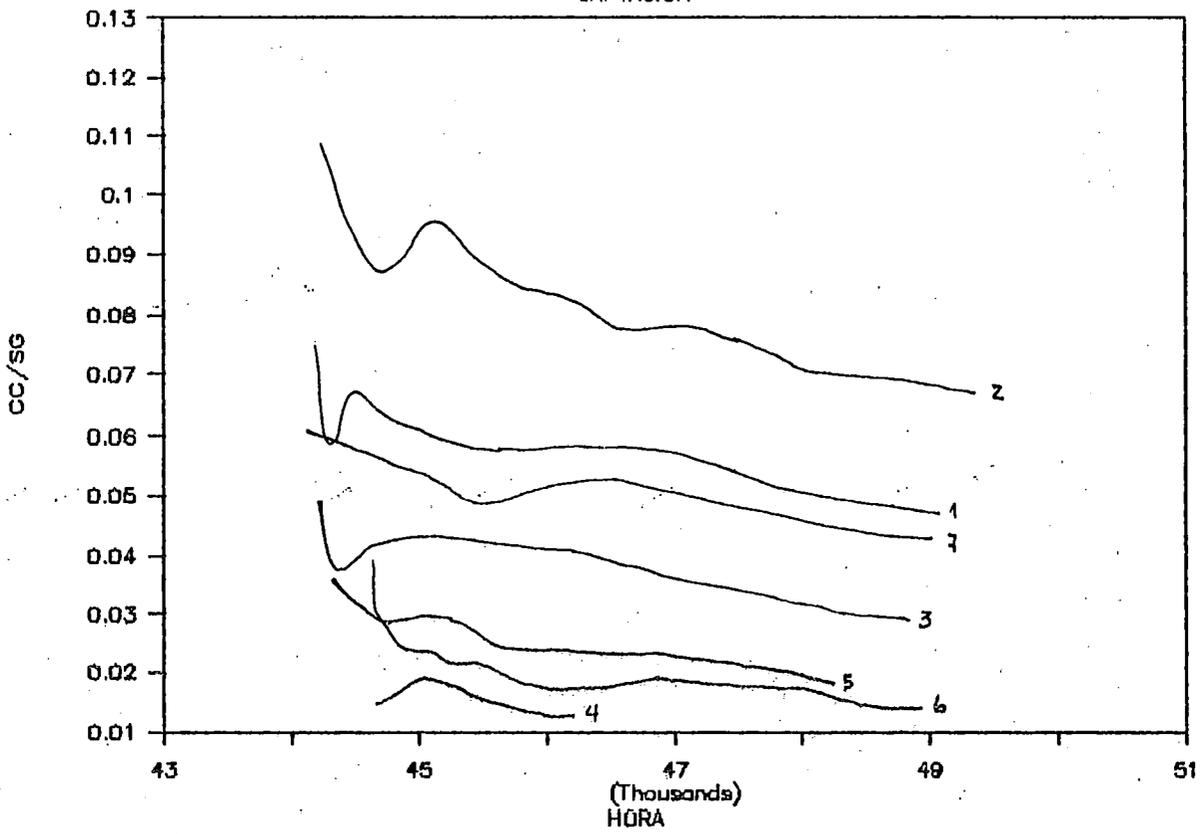
SIMBOLOGIA

- 7 Ubicación
- 1 Captación
- 2 Velocidad
- ↑ Dirección
- ↖ Variación de dirección

FIGURA 14

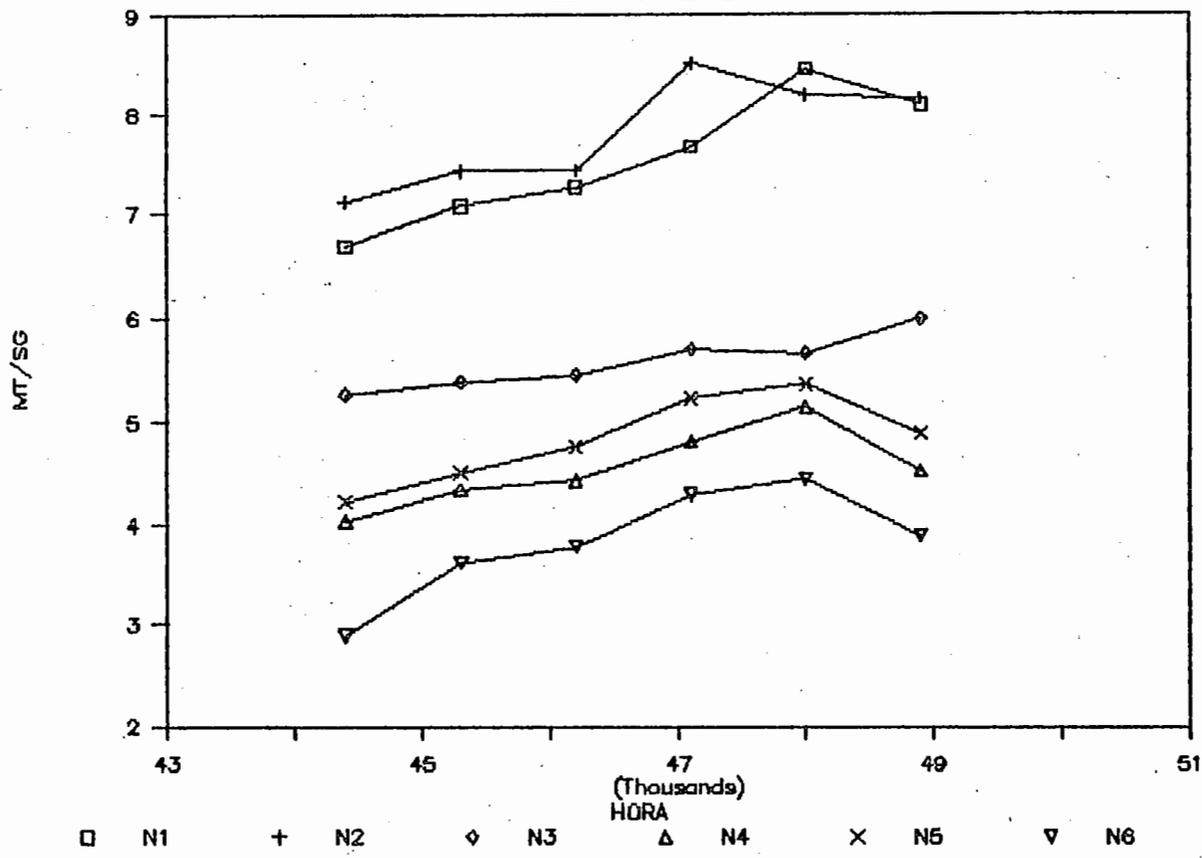
RELLANO LARGO

CAPTACION



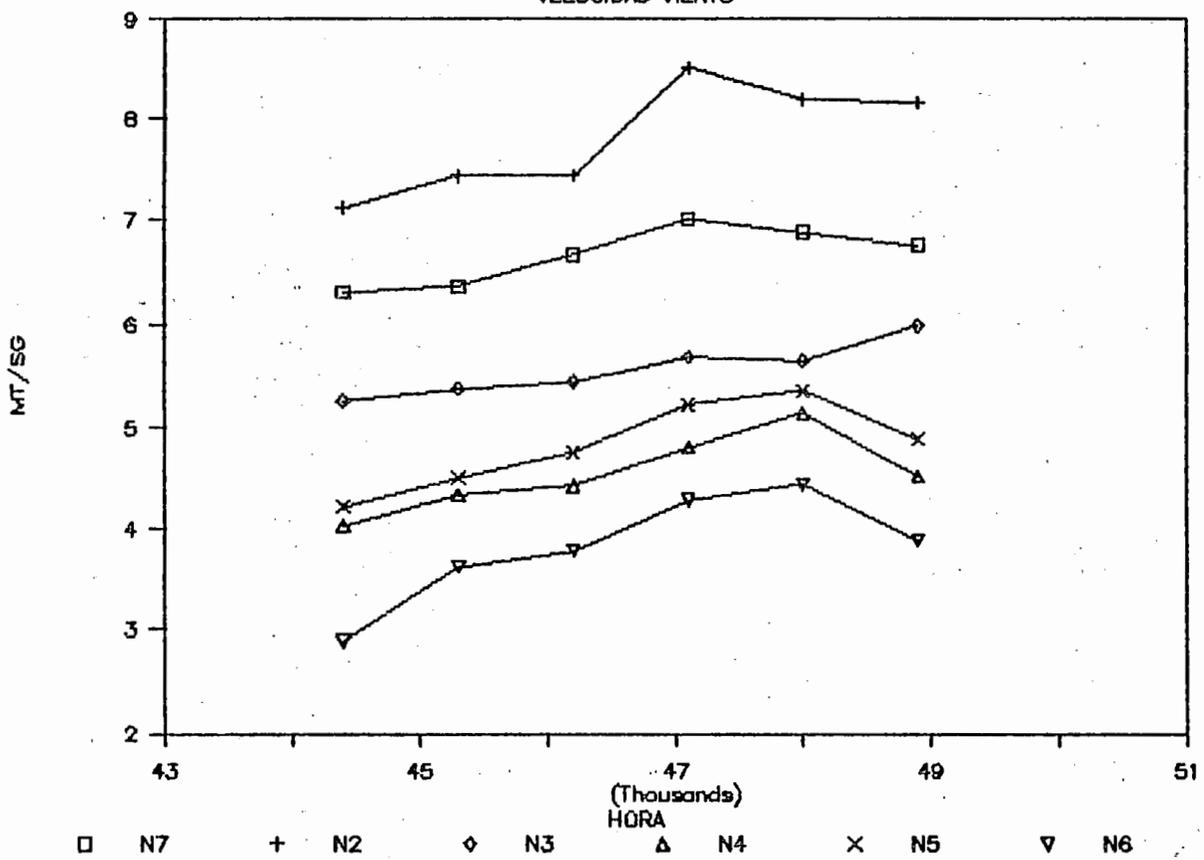
RELLANO LARGO

VELOCIDAD VIENTO



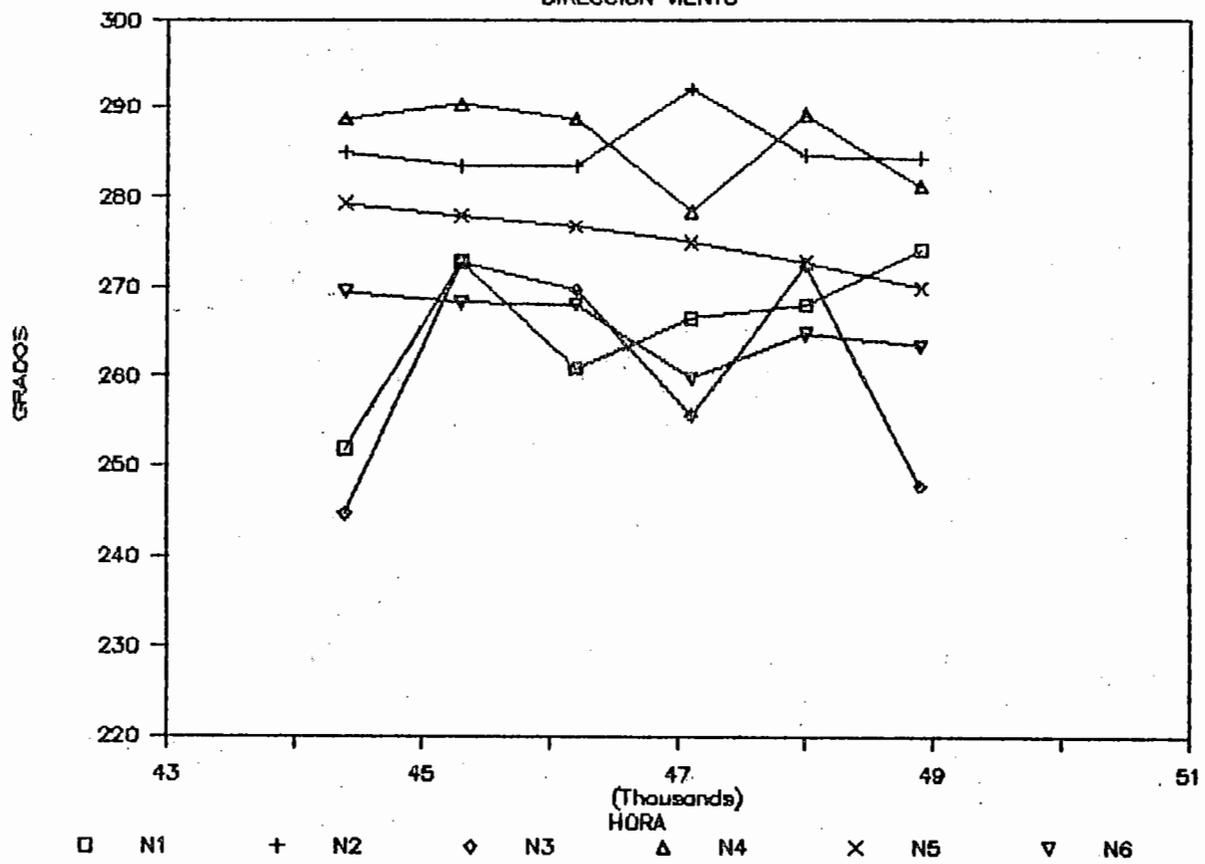
RELLANO LARGO

VELOCIDAD VIENTO



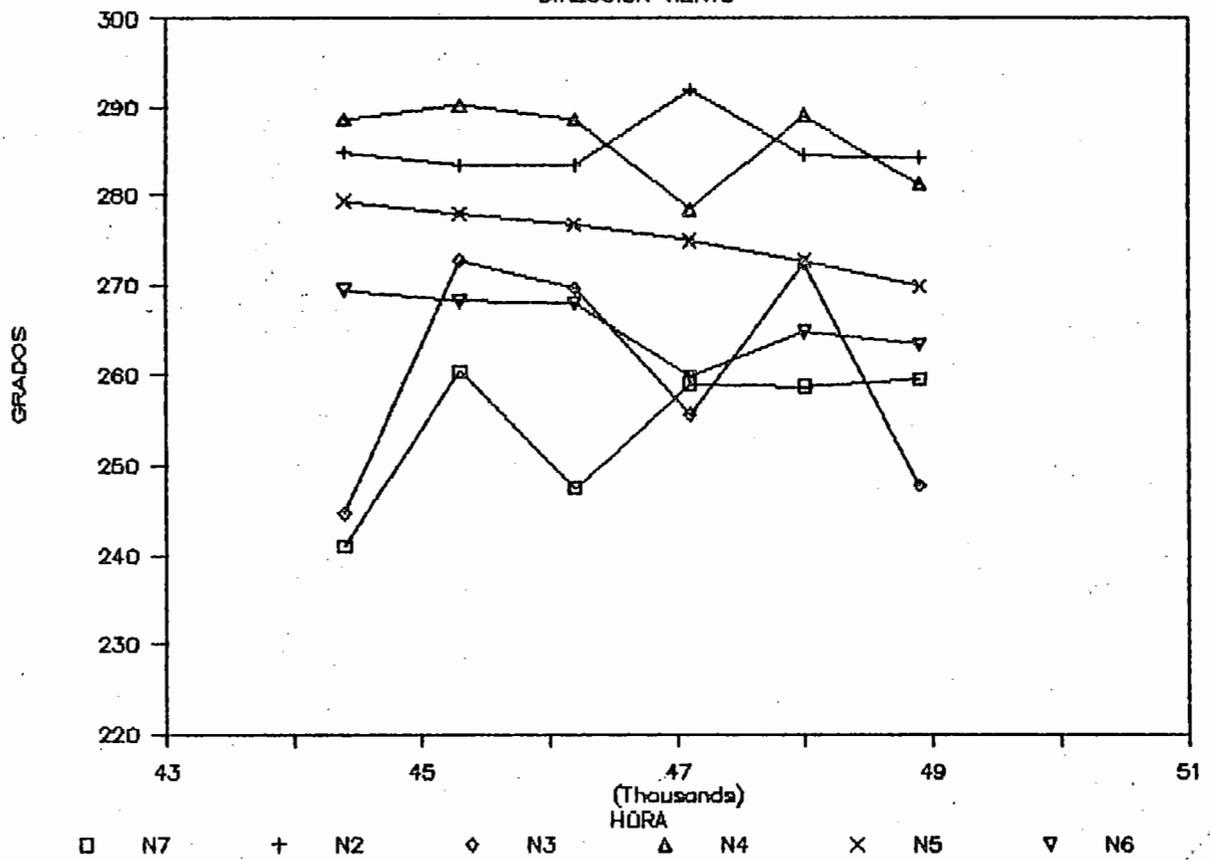
RELLANO LARGO

DIRECCION VIENTO



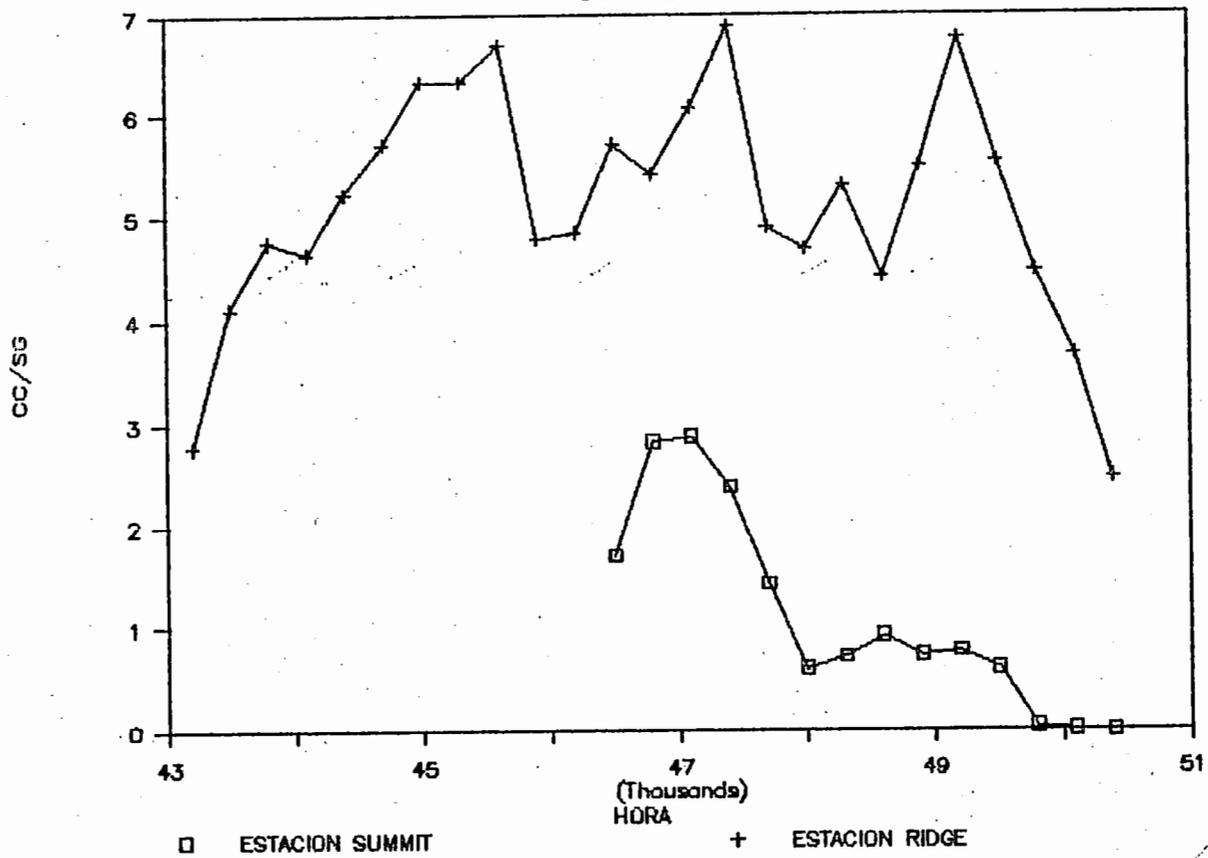
RELLANO LARGO

DIRECCION VIENTO



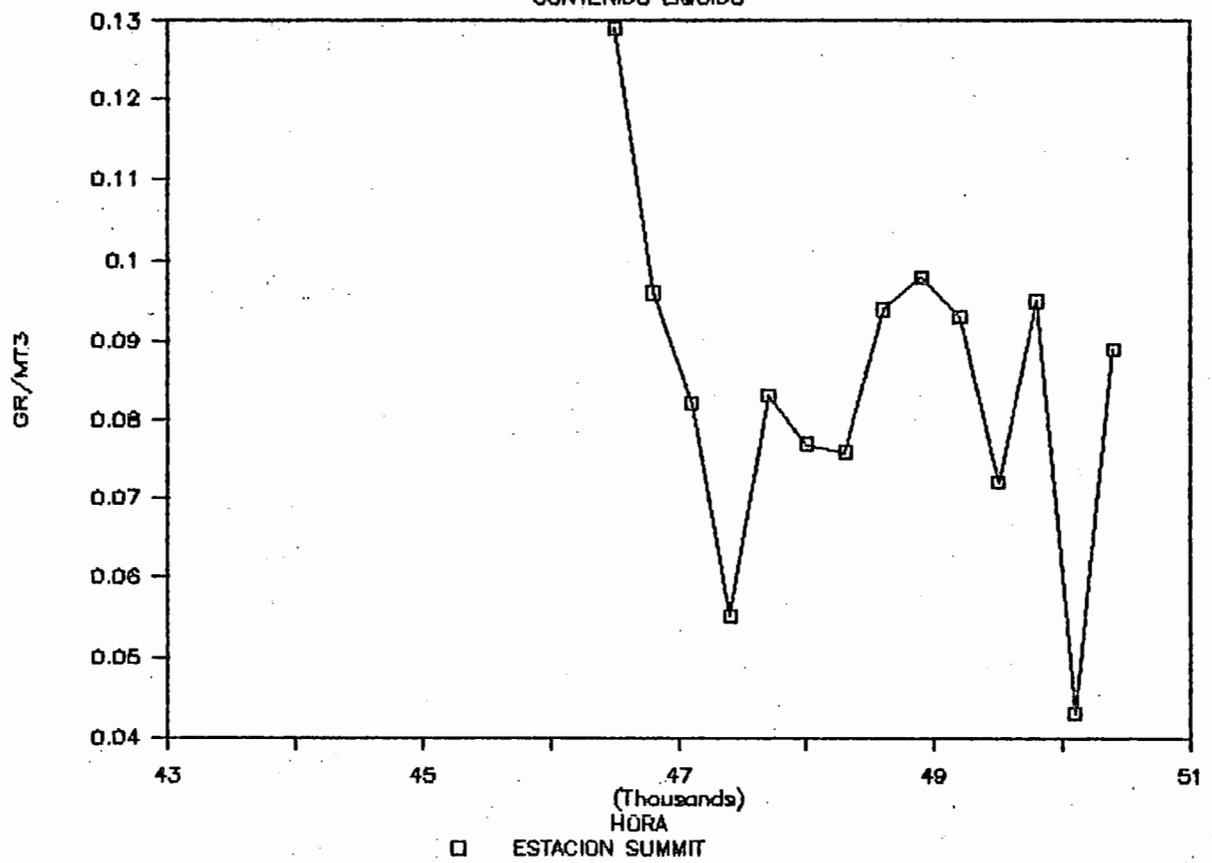
RELLANO LARGO

CAPTACION



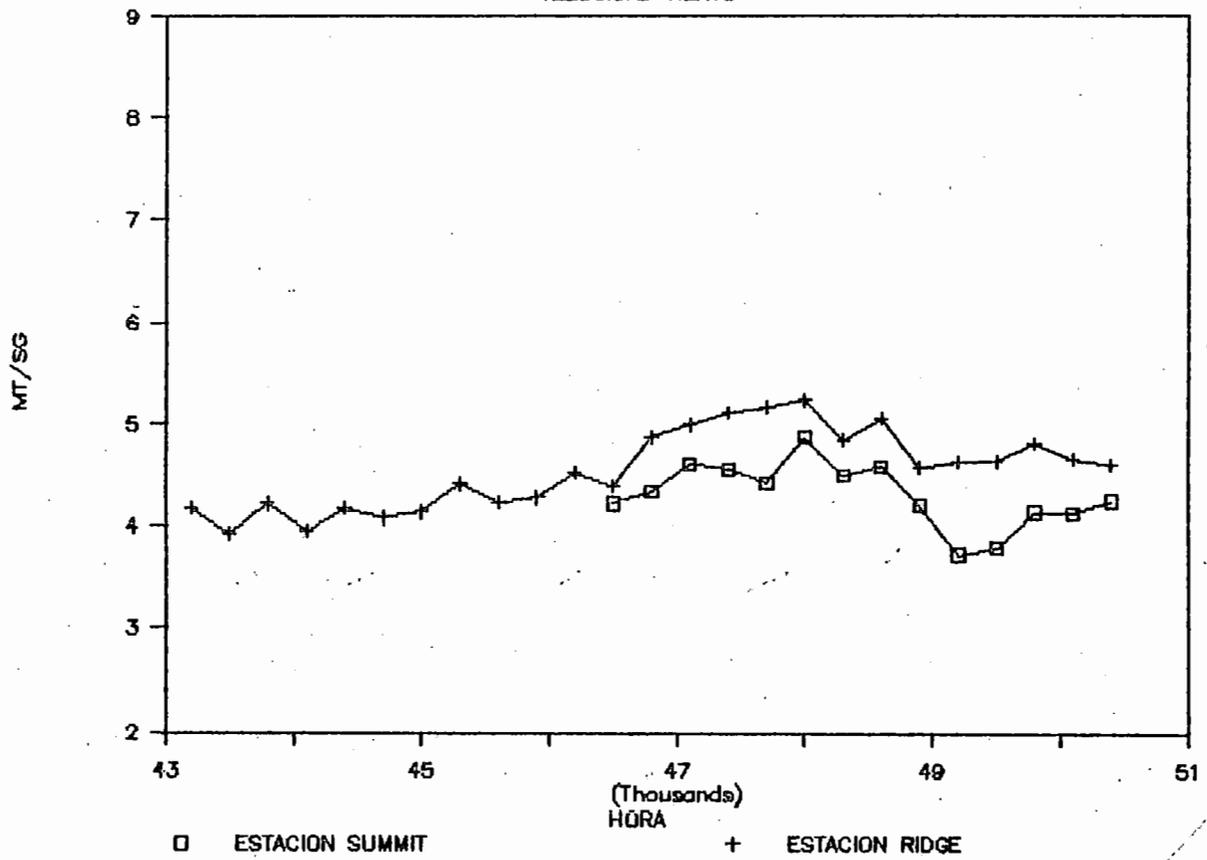
RELLANO LARGO

CONTENIDO LIQUIDO



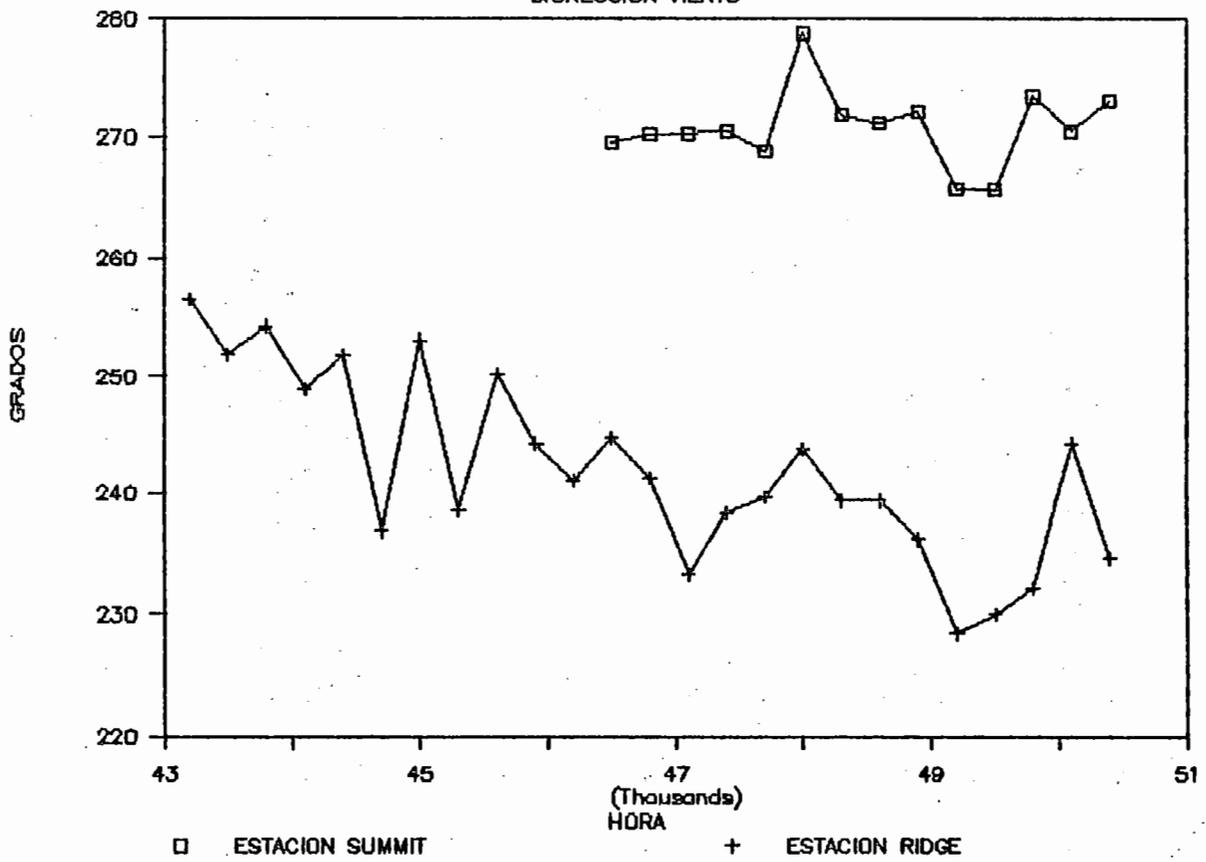
RELLANO LARGO

VELOCIDAD VIENTO



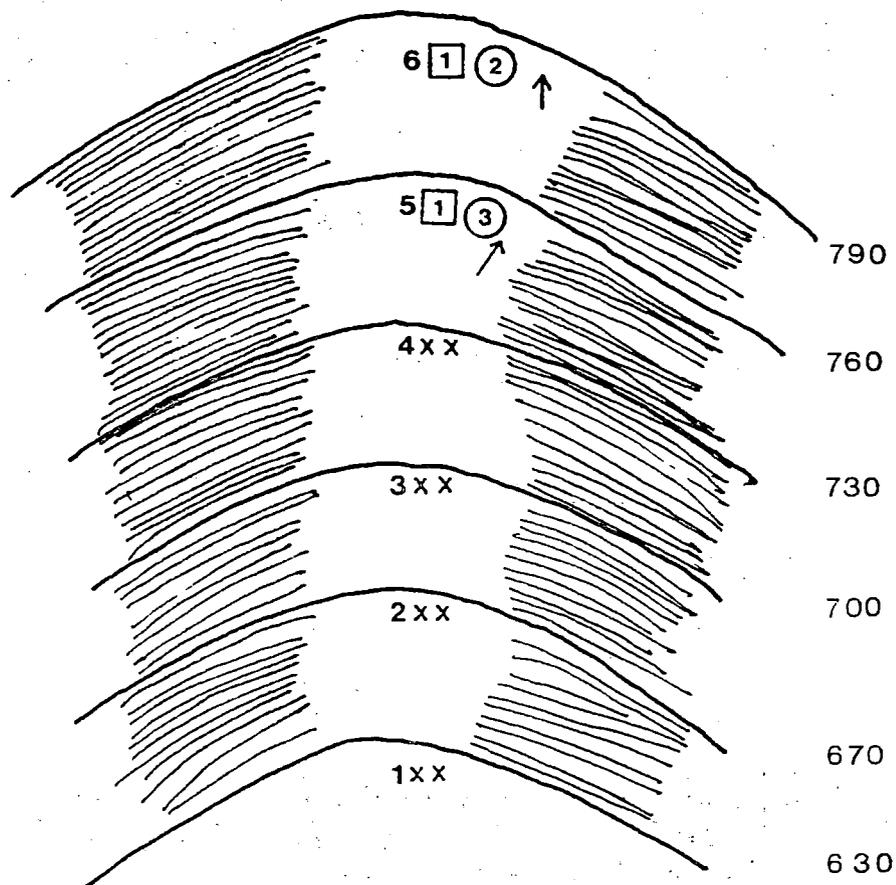
RELLANO LARGO

DIORRECCION VIENTO



LABORATORIO CRESTA

N



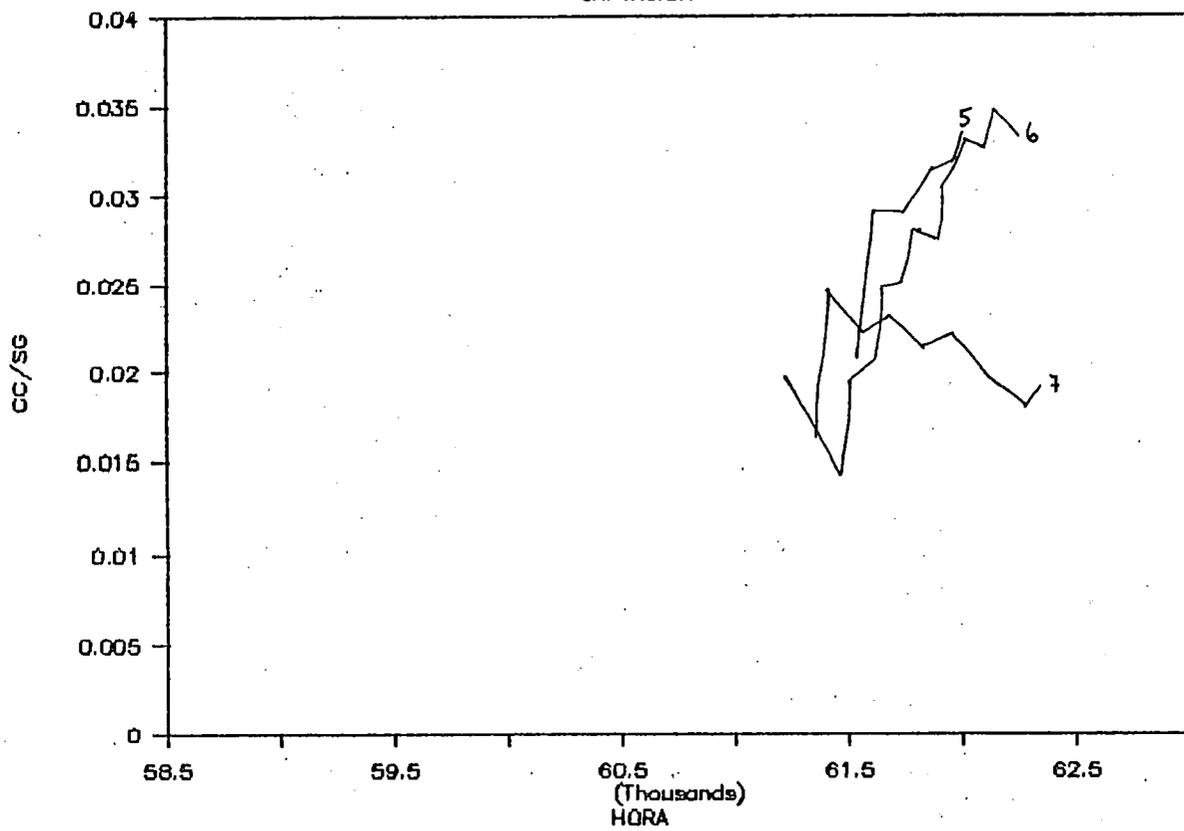
SIMBOLOGIA

- 7 Ubicación
- 1 Captación
- 2 Velocidad
- ↑ Dirección
- X Sin captación

FIGURA 15

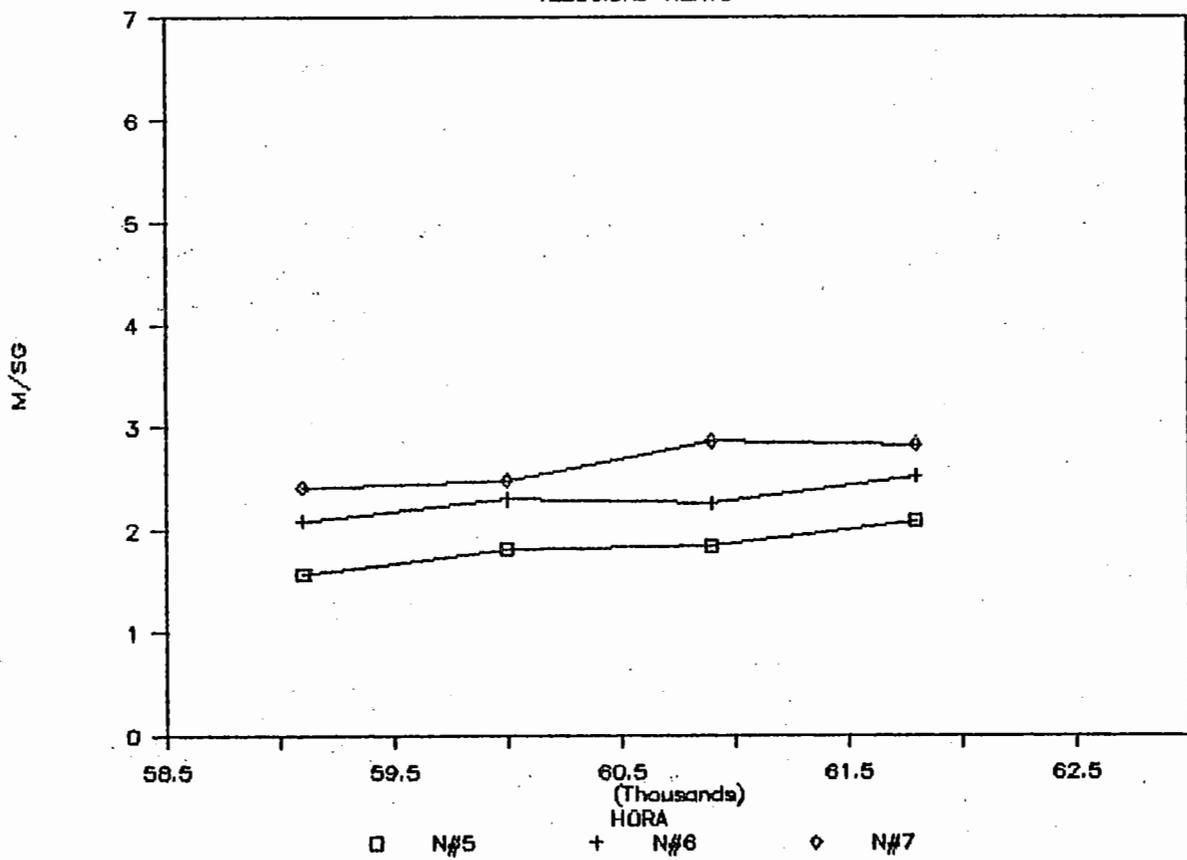
LABORATORIO CRESTA

CAPTACION



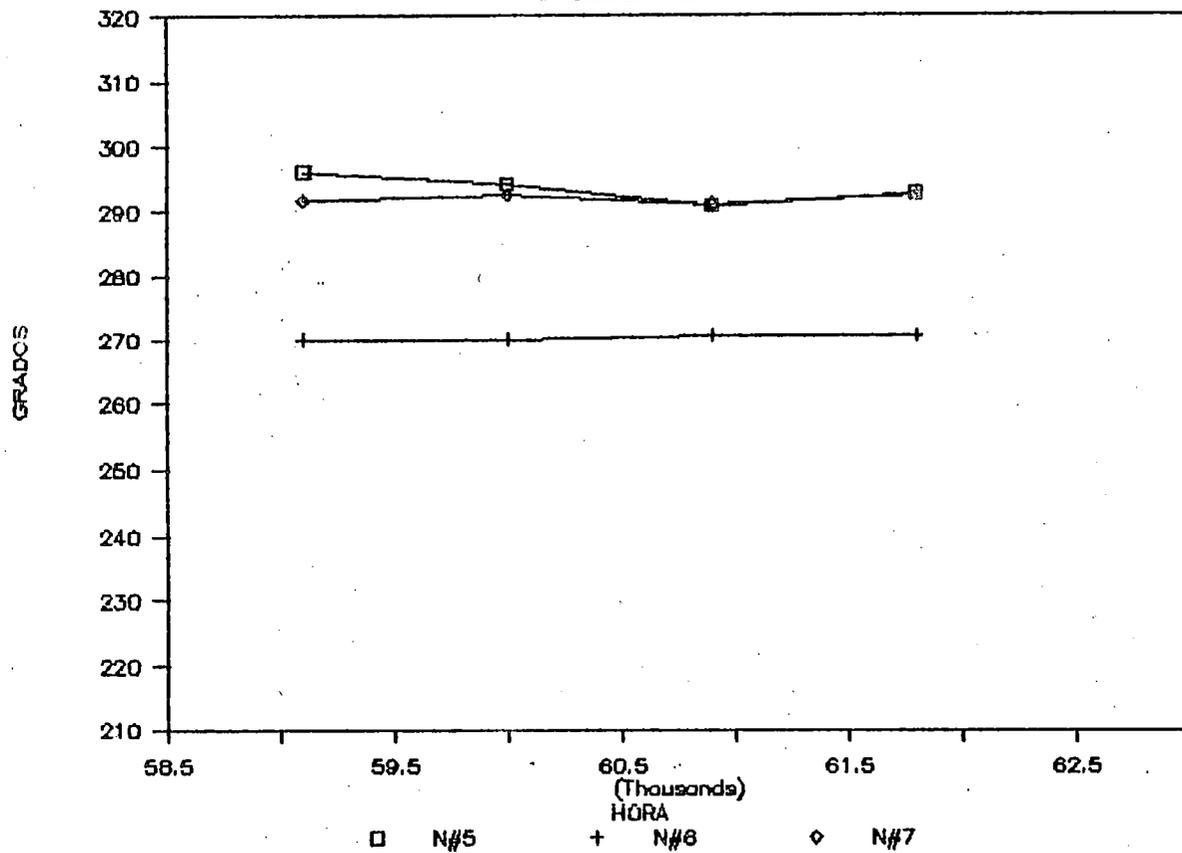
LABORATORIO CRESTA

VELOCIDAD VIENTO



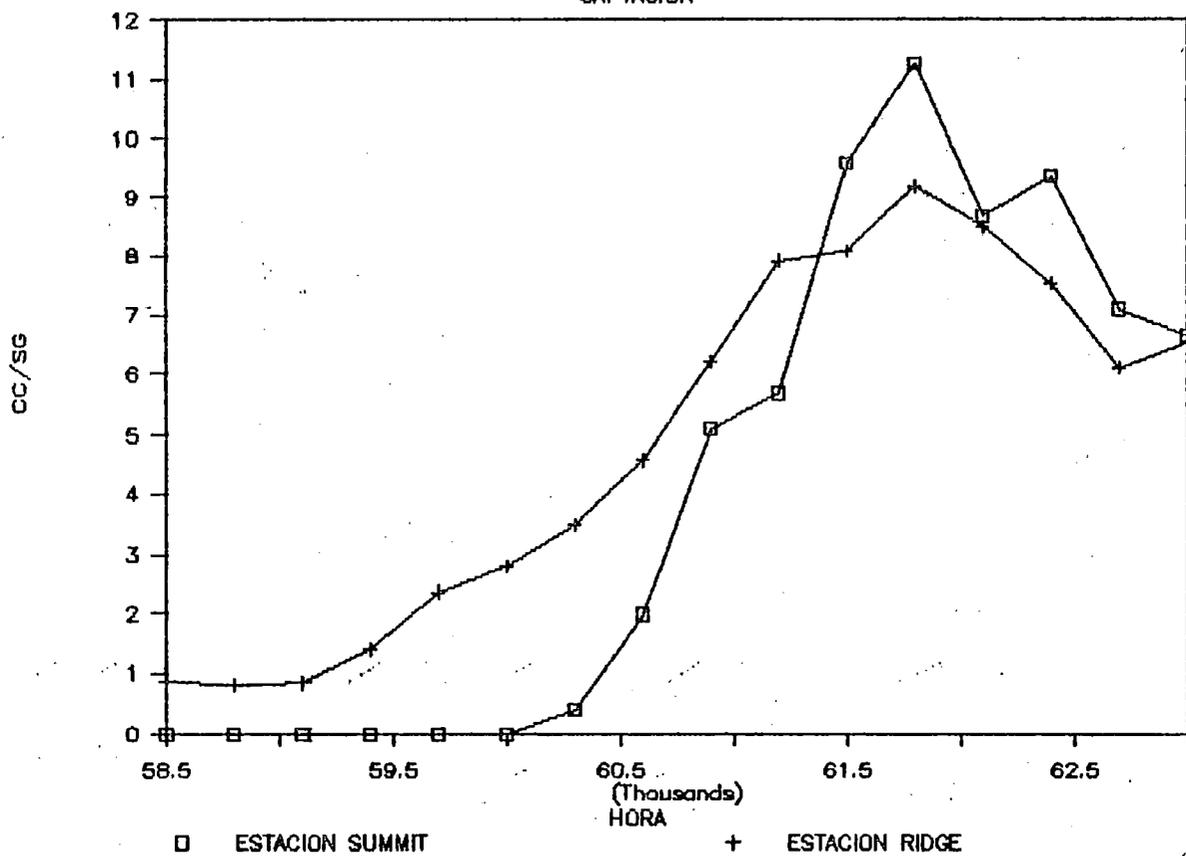
LABORATORIO CRESTA

DIRECCION VIENTO



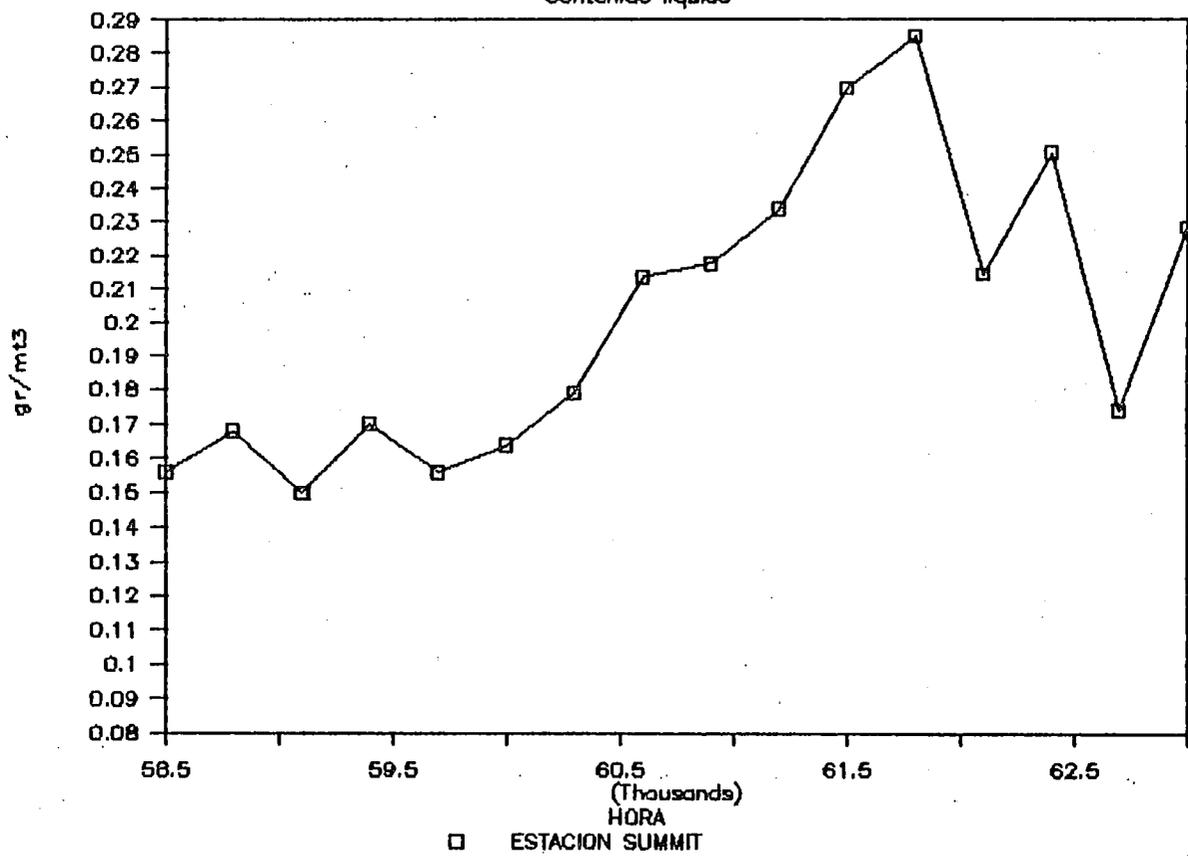
LABORATORIO CRESTA

CAPTACION



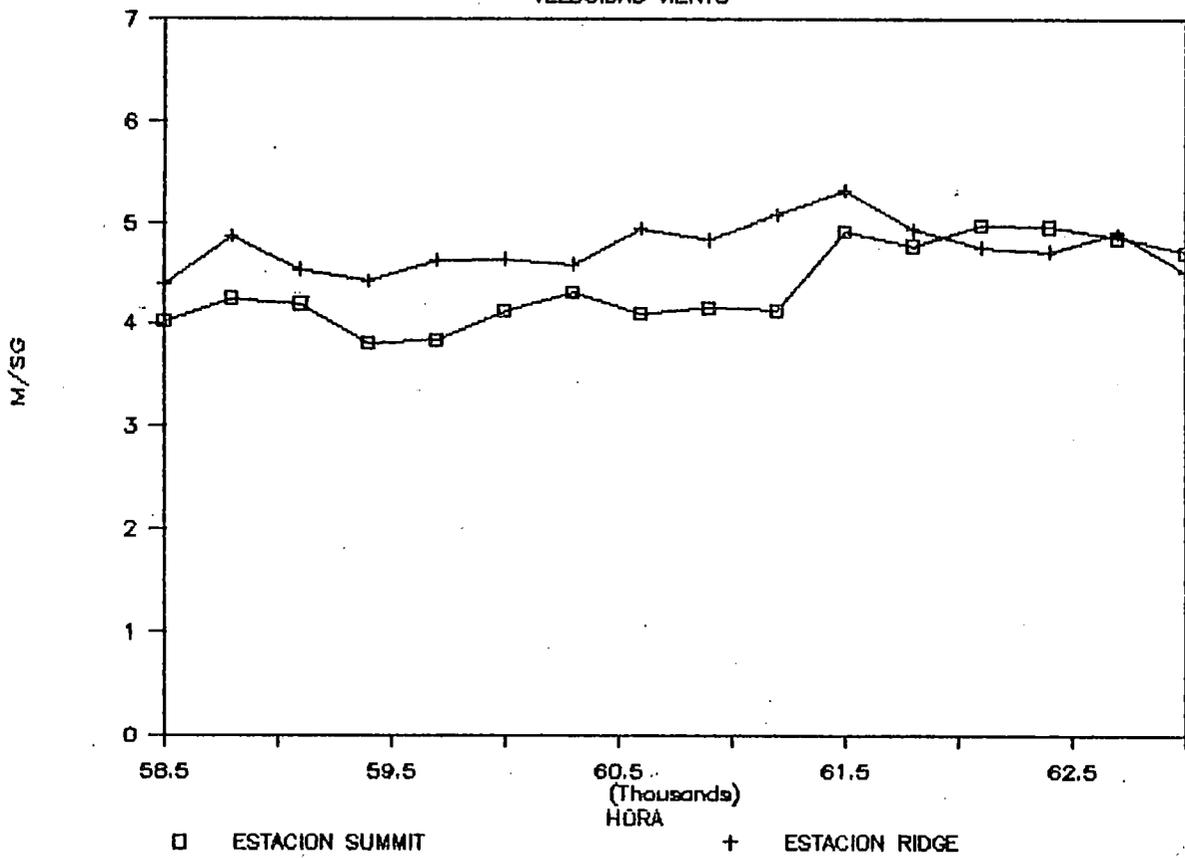
LABORATORIO CRESTA

Contenido liquido



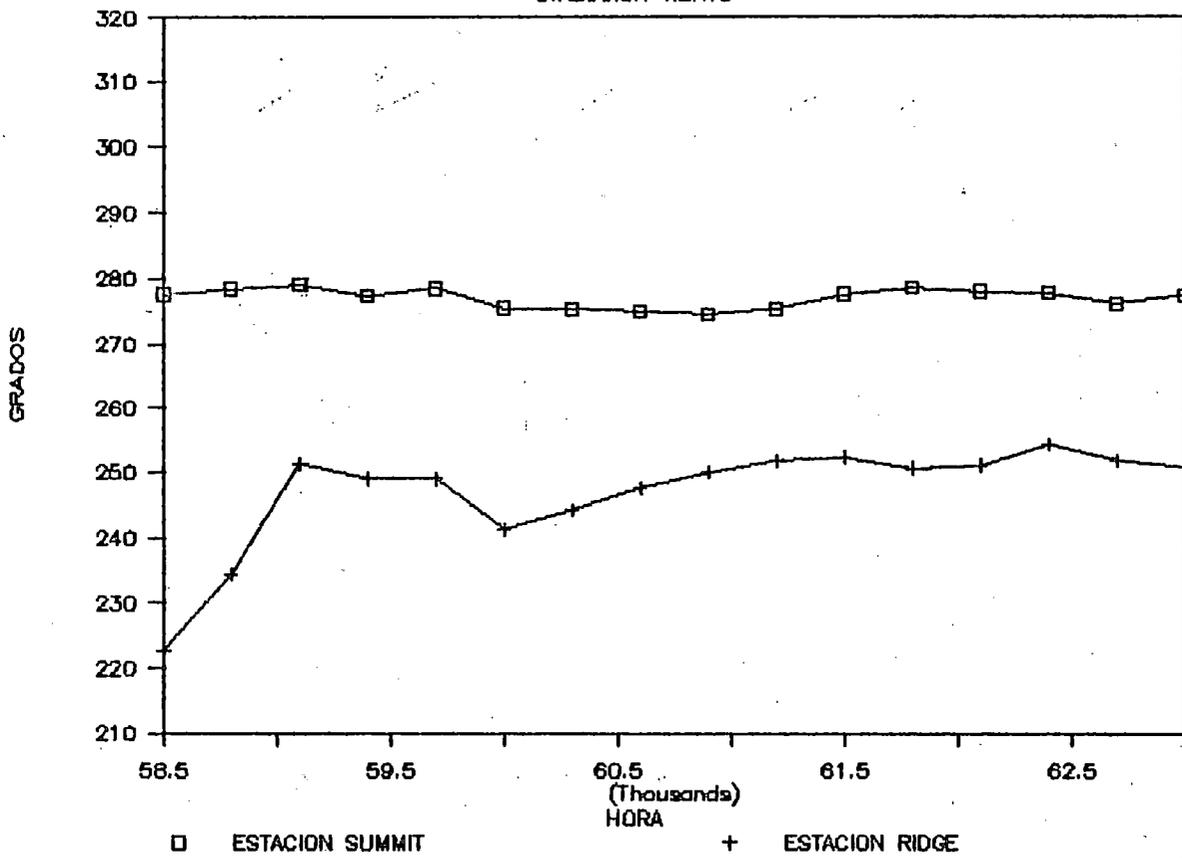
LABORATORIO CRESTA

VELOCIDAD VIENTO



LABORATORIO CRESTA

DIRECCION VIENTO



Rellano:

El comportamiento del viento a lo largo de las geoformas denominadas rellanos, es especialmente interesante, por cuanto al hacer las mediciones de la línea de altas cumbres a lo largo de todo el cordón montañoso, (Campañas # 1 y 2), se constató que los neblinómetros ubicados en el rellano que une el cerro Carmelita con la meseta de El Tofo tenían excelentes captaciones. (Neblinómetro #10, tablas #6 y #7)

Por esa razón se hicieron mediciones a lo largo del rellano Carmelita-Tofo, encontrándose los siguientes resultados:

1) Se trata de una unidad geomorfológica cómica con dos partes bien definidas: un sector próximo al portezuelo Carmelita (parte norte), con una dirección franca norte-sur, con una longitud de 650 metros y con una topografía regular geometrizable, tanto en la cima como en la ladera a barlovento. Le sigue un sector próximo a la mesa de El Tofo, con dirección SW-NE de 425 metros con topografía irregular, tanto en su línea de cumbre, como en la ladera a barlovento, la que además está bisectada por un pequeño cordón que divide el área de la cuenca de la mesa y la quebrada que nace en el portezuelo.

La hipótesis que se baraja en esta oportunidad es la siguiente: El sector próximo a Carmelita tendría mayor potencial de captación debido a que el viento debería tener más velocidad y menor variación entre sectores en cuanto a la dirección del mismo; esto se explica por su topografía regular y porque enfrenta en franca perpendicularidad a la quebrada Cruz Grande que encauza el viento del weste; en cambio el sector próximo al El Tofo, por su irregularidad topográfica tiene menor velocidad y mayor variación en la dirección del viento.

Efectivamente, en el figuras #14 se visualiza el comportamiento del viento, donde las mayores velocidades se encuentran en el sector próximo a Carmelita. Asimismo, las mayores captaciones se encuentran en dicho sector (neblinómetros #2, 1, 7 y 3). Es interesante notar que el neblinómetro #2 registra la mejor captación, la explicación podría buscarse en el hecho de que la microtopografía del sector está dada por un miniportezuelo, y éste instrumento estaría ubicado en la ladera de "choque" del flujo. Los neblinómetros #5 y 6 ubicados en la sección irregular demuestran claramente el fenómeno antes explicado.

2) Con el fin de dilucidar la mejor posición de ubicación de colectores, se hizo un pequeño ensayo de localización de neblinómetros a diferentes distancias de la ruptura de pendiente del rellano.

Se esperaba que mientras más próximo a dicha ruptura, la velocidad del viento fuera mayor, los resultados demuestran que la hipótesis es correcta. (Gráficos #40-41, neblinómetros # 2,1 y 7).

Embudo o cuenca de recepción de quebrada: (Sector "Laboratorio")

Desde la meseta de El Tofo hacia barlovento, se encuentra la pequeña cuenca de recepción de la quebrada central formativa de la quebrada de Cruz Grande. Es un embudo perfecto, con tres cárcavas grandes divididas por pequeños cordones. Se hicieron algunas mediciones, sin mayor éxito (debido a las condiciones meteorológicas), por lo que se espera continuar la experimentación ya que se visualiza que estos sectores no son los más apropiados para ubicar colectores. Sólo una medición puede utilizarse en este informe, y con algunas precauciones.

En la línea de cumbre del cordón central que divide cárcavas, se instalaron los neblinómetros que arrojaron los siguientes resultados:

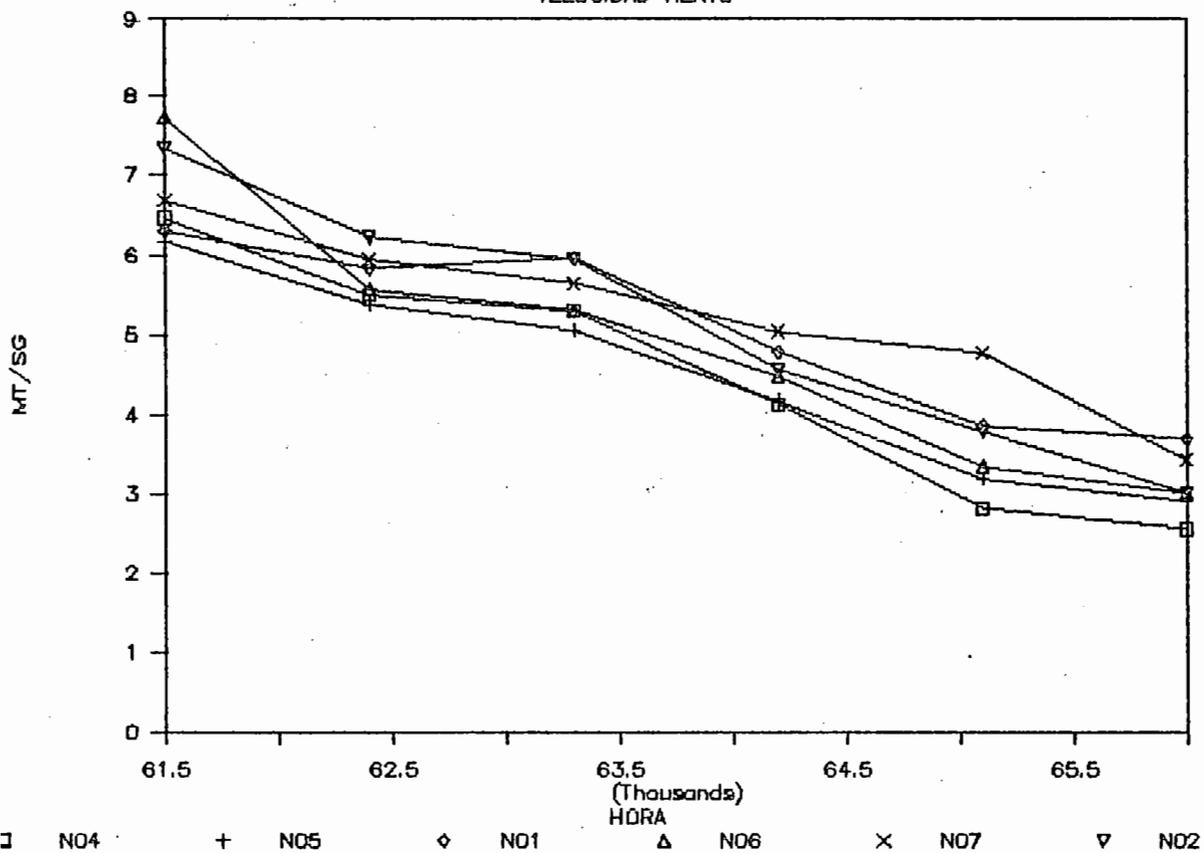
La mayor velocidad se encontró en la salida de la cuenca de recepción, donde confluyen las tres quebradas que forman la quebrada de Cruz Grande. (figuras #15, neblinómetro # 7). La explicación hay que buscarla en el hecho de que es el punto de concentración del viento que se encajona para desplazarse hacia lo alto de la cuenca, y también por el hecho de encontrarse en la ruptura de pendiente de la antes mencionada quebrada principal. Es probable que no haya habido una mejor captación por que la base de la nube estaba en ese sector.

Otro aspecto interesante, es que la captación sólo se registró en la parte más alta, probablemente porque se encuentra cercana a la cima, donde se libera el viento. (neblinómetros # 5 y 6). En los sectores intermedios no sólo no hubo captación, sino que los anemómetros marcaron calma todo el tiempo de medición, probablemente aquí se produce "Blocking" (Egan, 1975). Es importante buscar las causas de este fenómeno, porque de comprobarse lo planteado haría descartar este tipo de laderas para la colocación de colectores, y circunscribir las instalaciones a las cimas y rellanos. En todo caso, se reitera que es prematuro dar conclusiones categóricas, sólo se entregan los resultados obtenidos hasta esta fecha.

graf 10

RELLANO CRUZ

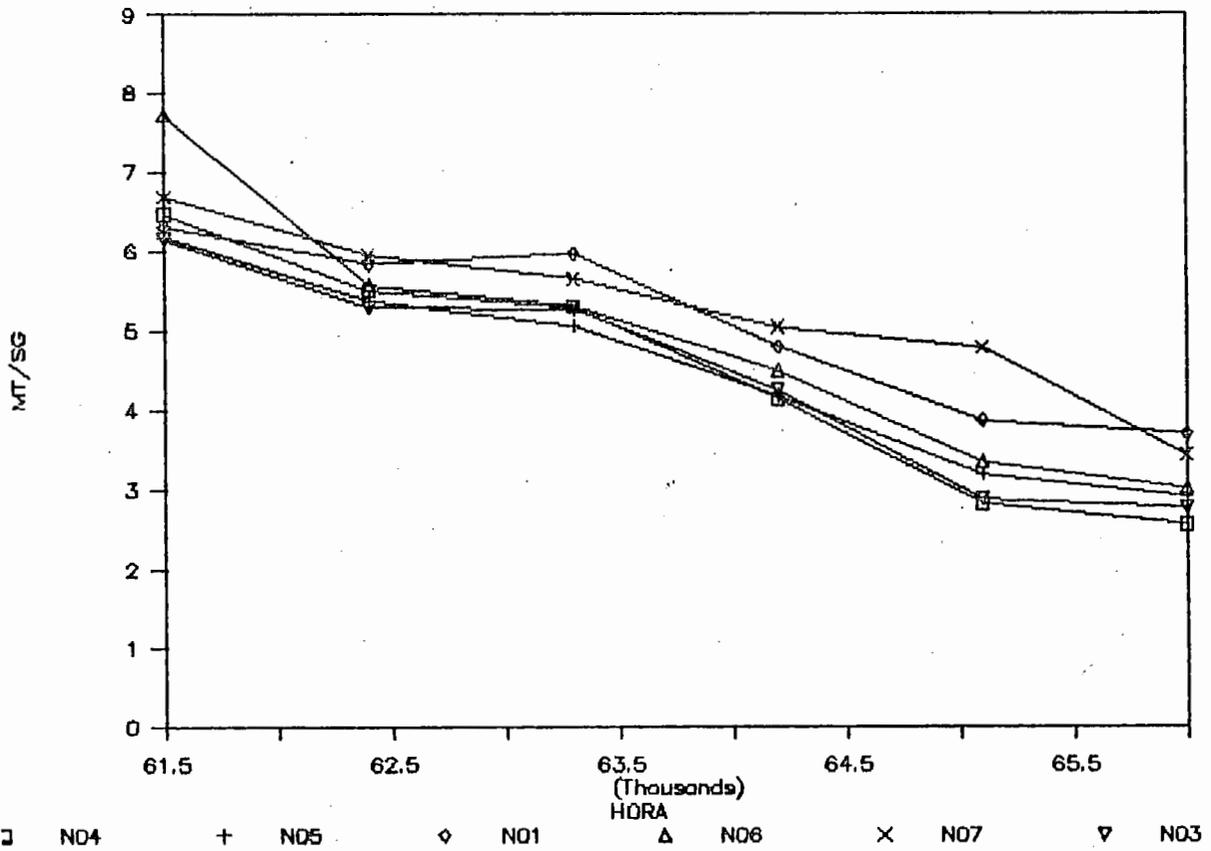
VELOCIDAD VIENTO



GRAF 11

RELLANO CRUZ

VELOCIDAD VIENTO



Se puede decir, a modo de conclusión, que las metodologías empleadas parecen ser las adecuadas, el problema más acuciante, es el hecho de no poder estar seguros de la presencia de neblina durante las campañas.

ANEXO

LISTADOS PARTICIPANTES

Nomina participantes "Campana 1987 (1 a 15 de Noviembre)

ALEJANDRA SILVA
MARCELA SUIT
GONZALO FRIGERIO
JUAN SEBASTIAN BARROS
ANTONIO BELLIZARIO
PEDRO TAPIA
CLAUDIO GONZALEZ
IGNACIO MARTINEZ
ANDRES BENITEZ
RAUL PONCE
GUNTER EGGERS

Nómina de participantes "Terreno 2 de Abril 1988"

CRISTIAN AQUEVEQUE
JUAN SEBASTIAN BARROS
PEDRO BEAS
ANTONIO BELLISARIO
ALEJANDRO CARBONELL
CARLOS CANALES
PEDRO CANCINO
ROLF EBEN
GONZALO FRIGERIO
PATRICIA HORMAZABAL
JAIME ITURRIAGA
MIDORI KISHINO
IGNACIO MARTINEZ
LORENA FATINO
ABRAHAM PAULSEN
RAUL PONCE
ROXANA PORRAS
ERIC REYES
SANDRA RIQUELME
CLAUDIA ROLDAN
MARCELA SUIT
ROSARIO URRUTIA
MACARENA VALDIVIA
DANTE ZAIO

Nómina de participantes : Campaña 1988 (30 Octubre- 13 Noviembre)

CRISTIAN AQUEVEQUE
JUAN SEBASTIAN BARROS
GONZALO FRIGERIO
CARLOS CANALES
ALEJANDRO CARBONELL
PATRICIA HORMAZABAL
JAIME ITURRIAGA
MIDORI KISHINO
IGNACIO MARTTINEZ
LORENA PATINO
RAUL PONCE
MARCELA SUIT
ROSARIO URRUTIA
DANTE ZAIO
ROXANNA PORRAS