

II.- ELEMENTOS METEOROLOGICOS

1.- LUZ SOLAR

El clima y el tiempo son ordinariamente definidos y medidos aludiendo a las condiciones atmosféricas, y es el Sol la fuente de toda la energía que pone en marcha la maquinaria de la atmósfera.

El origen de la energía que mantiene todos los procesos atmosféricos es la radiación solar. Esta energía llega a la tierra en forma de radiación de onda corta que atraviesa la atmósfera sin ser prácticamente absorbida. Si las nubes interceptan un haz de esa radiación, lo reflejan casi totalmente otra vez al espacio. La parte restante de la radiación que nos llega es absorbida y reflejada por la superficie terrestre.

La distribución de esta energía sobre la superficie de la tierra depende mucho de la latitud y de la estación, y también varía con las condiciones atmosféricas que dependen íntimamente de la composición de la superficie terrestre.

La tabla 1) muestra valores de la Duración Media de la Luz Solar (en horas por día) y está basada en los registros de las siguientes estaciones (Unicas estaciones que cuentan con Heliógrafo en la zona de estudio).

Santa Ana, El Palmar	(A 12)
Planes de Montecristo	(A 31)
San Andrés	(L 4)
Santa Tecla	(L 8)

San Salvador. Observatorio (S 5)

Nueva Concepción (G 3)

Sesori (M 18)

TABLA 1) Elemento: LUZ SOLAR: PROMEDIOS MENSUALES (hrs/día)

Estac.	Elev.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Período
A 12	725	9.9	9.7	9.4	8.7	8.0	6.7	8.4	8.0	6.5	7.4	8.8	9.6	8.4	14
A 31	1851	9.1	9.6	9.0	7.8	5.8	5.1	6.9	5.5	5.4	5.7	7.5	9.1	7.2	3
L 4	460	9.4	9.4	9.1	8.2	7.8	6.5	8.0	7.8	6.2	7.1	8.1	9.2	8.1	18
L 8	965	10.2	10.1	9.8	8.5	7.3	6.2	8.2	7.7	6.2	7.0	8.7	10.0	8.3	15
G 3	320	9.8	9.9	9.4	8.7	7.6	7.1	7.6	7.0	6.5	7.3	8.4	9.2	8.2	5
S 5	700	9.7	9.8	9.7	8.5	7.4	6.2	8.1	8.0	6.2	7.1	8.7	9.5	8.2	20
M 18	195	9.9	10.0	9.7	8.7	7.2	7.4	8.1	7.5	6.7	7.1	8.5	9.0	8.3	3

En la siguiente página se presenta el mapa que muestra las estaciones antes mencionadas.

Las estaciones de Santa Ana, El Palmar y Planes de Montecristo, están situadas en el Depto. de Santa Ana y ocupan respectivamente la parte Occidental y Nor-occidental de la Cuenca del Río Lempa.

(La parte Central del Depto. de Santa Ana está ocupada por el amplio valle de Chalchuapa - Santa Ana, cuyas elevaciones fluctúan entre 400 mts. (Taxis Junction) y 800 mts. (Santa Ana - Chalchuapa). En el extremo Norte del Departamento, se eleva la cordillera de Metapán con su mayor elevación de 2.480 mts. en el Cerro de Montecristo. Estas montañas pertenecen al sistema de la Cordillera Central que se extiende a lo largo del Istmo Centroamericano. Al Sur Oeste de las montañas del Norte, se encuentra la laguna de Güija, con el volcán de San Diego en sus cercanías, que pertenece morfológicamente al Valle interior que incluye los Valles del Medio Lempa y del Río Torola.

Continuando más hacia el Sur y separado de la laguna de Güija por el valle de Candelaria, localizamos el grupo volcánico del Chingo, cuyas elevaciones alcanzan hasta 1777 mts. En la parte meridional se encuentra el macizo volcánico de Santa Ana, formado por varios picos de considerable elevación, sobresaliendo con 2385 mts. el Volcán de Santa Ana. Al pie de éste, en el lado NE, se localiza el lago de Coatepeque al SE de la estación Santa Ana El Palmar. El valle del alto Lempa sirve de límite con el Depto. de Chalatenango.

De la observación de los valores consignados en la Ta--

En esta zona (zona Norte de la parte Central de la Cuenca) solamente se cuenta con los registros de esta estación, la cual está situada a una elevación de 320 mts. en una planicie considerable, pero dado que entre lugares cercanos la variación de la Luz Solar es poca, a menos que dichos lugares mantengan condiciones topográficas diferentes uno del otro, los valores de la estación mencionada pueden considerarse representativos.

Al observar la tabla de valores de duración de la Luz Solar (hrs/día) se nota una disminución durante la estación lluviosa (mayo-octubre), debido a que durante esta estación, en los valles es frecuente la formación de niebla y nubosidad que persiste de las lluvias nocturnas.

En la parte Sur de la zona Central de la Cuenca se tienen los registros de las estaciones de San Andrés, Santa Tecla y San Salvador Observatorio.

La estación de San Andrés ubicada en el valle de su mismo nombre con 460 mts. de elevación presenta valores bastante comparables a los de San Salvador 700 mts. y Santa Tecla 965 mts. Esta última estación, limitada al Norte por el volcán de San Salvador, al Sur por la cadena costera, al Oeste por el valle de San Andrés y al Este por el valle de Las Mamacas, por su elevación y cercanía de las montañas puede presentar valores que difieren (aunque muy poco) de los valores de San Salvador.

En la parte Oriental de la Cuenca solo contamos con los valores de Sesori (Depto. de San Miguel) que tiene una elevación de 195 mts. y la cual presenta promedios de Luz Solar -

comparables a las demás estaciones puesto que es alcanzado - por la extensión de la nubosidad de la zona montañosa Norte.

2.- VIENTO

Sobre el viento es difícil dar una información cuantitativa por falta de registros automáticos, principalmente en la zona Oriental de la Cuenca, en donde las únicas estaciones provistas de Anemógrafo son Apastepeque (Depto. de San Vicente), la cual cuenta con registros desde Agosto de 1972 y La Galera (Depto. de Morazán), desde Mayo de 1973.

La Tabla No. 2 muestra valores de Velocidades Medias de Viento en m/s y de Rumbos Dominantes (Promedios Mensuales y Anuales) de las estaciones de Santa Ana, El Palmar, situada en la parte Occidental de la Cuenca, con 725 mts. de elevación y 14 años de registro; San Salvador ITIC (710 mts., 20 años de registro), San Andrés (460 mts., 7 años de registro) y Nueva Concepción (Depto. de Chalatenango), 320 mts., 4 años de registro. Todas estas estaciones situadas en la parte Central de la Cuenca del Río Lempa. Se adjuntan también en esta Tabla, valores de Rumbos y Velocidades estimados según la Escala Beaufort para las estaciones de:

	<u>INDICE</u>
La Palma	G 4
Güija	A 15
Cojutepeque	C 9
Ingenio San Francisco, Aguilares	C 8
Sesori	M 18
Corinto	Z 5

TABLA 2) Elemento: VIENTO (m/s). Promedios: VELOCIDAD Y RUMBOS DOMINANTES

Estac.	Elev.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Perfodo
		N	W	W	W	SW	SW	W	W	W	N	N	N	NyH	
S 4	710	3.0	2.8	2.7	2.3	1.9	1.6	1.7	1.7	1.6	2.0	2.6	2.9	2.2	20
		W	W	W	W	W	W	WSW	SW	W	W	W	W	W	
A 12	725	2.6	2.6	2.6	2.4	2.0	1.7	1.7	1.7	1.6	1.9	2.4	2.6	2.2	14
		W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	
L 4	460	1.7	1.9	2.1	1.9	1.4	1.1	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.4	1.4	7
		N	N	N	SE	SE	SE	SE	SE	SySE	SySE	N	N	SEyN	
G 3	320	2.1	2.5	2.0	2.0	1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.6	2.0	1.6	4

SEGUN ESCALA BEAUFORT (Km/hra).

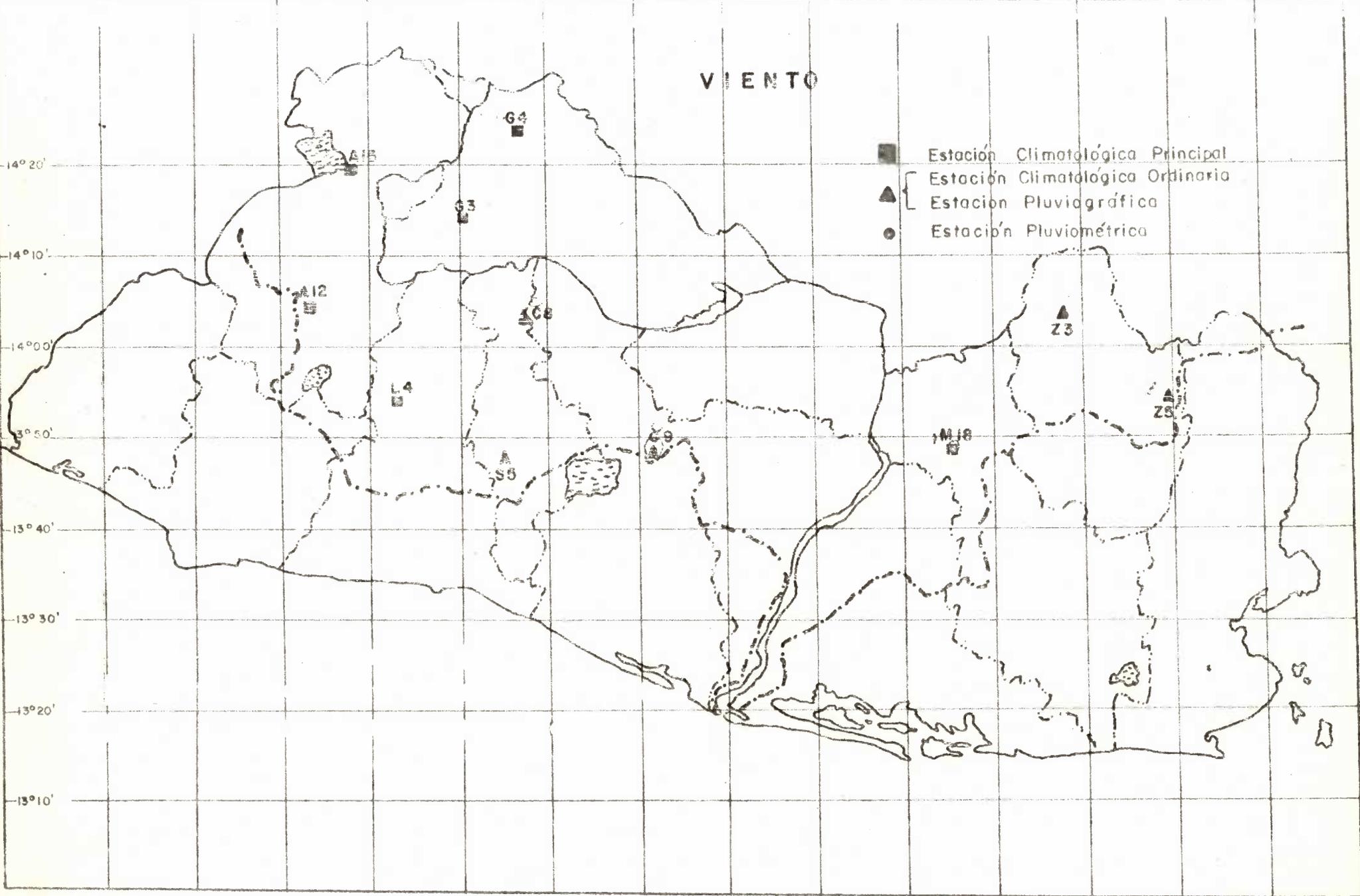
G 4	1000	W 14	N 13	N 11	N 8	S 8	S 6	NyS 7	S 5	N 6	N 9	N 14	N 13	N 10	10
A 15	485	N 15	N 15	N 14	N 11	N 10	N 8	N 9	N 9	N 8	N 9	N 12	N 13	N 11	10
C 9	285	N 10	N 11	S 13	S 12	S 9	S 7	S 7	S 8	S 8	S 7	N 8	N 8	S 9	4
C 8	880	N 7	N 7	S 7	S 7	S 6	S 5	S 6	S 5	S 6	S 5	S 5	S 5	S 6	5
M 18	195	SyE 8	E 8	S 8	S 9	S 7	SE 5	SE 5	S 5	S 5	S 6	S 5	S 5	S 7	3
Z 5	820	E 4	N 6	N 4	N 6	N 3	N 3	N 3	N 2	N 2	N 3	N 5	N 7	N 4	5

En la siguiente página se presenta el mapa que muestra la ubicación de las estaciones mencionadas.

90°00' 89°50' 89°40' 89°30' 89°20' 89°10' 89°00' 88°50' 88°40' 88°30' 88°20' 88°10' 88°00' 87°50'

VIENTO

- Estación Climatológica Principal
- ▲ Estación Climatológica Ordinaria
- ▲ Estación Pluviográfica
- Estación Pluviométrica

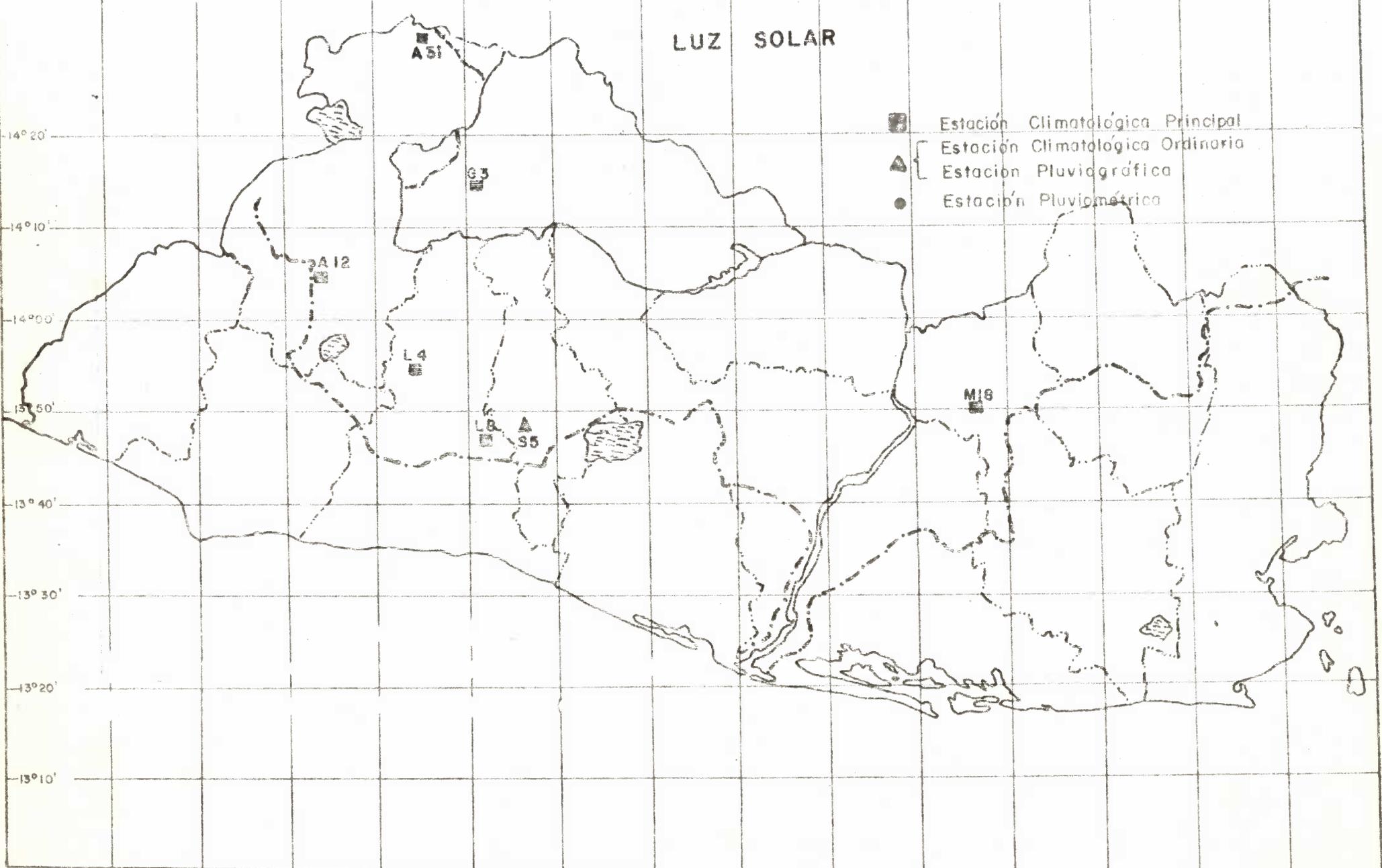


90°00' 89°50' 89°40' 89°30' 89°20' 89°10' 89°00' 88°50' 88°40' 88°30' 88°20' 88°10' 88°00' 87°50' 87°40'

LUZ SOLAR

- Estación Climatológica Principal
- Estación Climatológica Ordinaria
- ▲ Estación Pluviográfica
- Estación Pluviométrica

14°20'
14°10'
14°00'
13°50'
13°40'
13°30'
13°20'
13°10'



Es necesario hacer constar que estos valores son influenciados por las características topográficas de cada estación y en general solo serán válidos para esos lugares y sus alrededores.

De la observación de los valores consignados en la tabla podemos observar que el rumbo predominante en la estación de Santa Ana es del W en casi todos los meses. Durante situaciones de Nortes, el viento puede soplar todo el día desde el NW. Los Nortes mejor marcados en las horas del día pueden alcanzar velocidades medias por varias horas consecutivas entre 5 y 10 m/seg. con ráfagas aisladas de corta duración de hasta 20 m/seg.

Generalmente en las zonas montañosas, los sistemas de viento dependerán de las características locales del terreno. Durante el día las laderas de las montañas y el aire en contacto con ellas se calentarán más de prisa que el aire a cierta altura sobre la ladera. Este diferente calentamiento establece que el aire se mueve hacia arriba, sobre la ladera de las montañas durante el día, y hacia abajo durante la noche. Si el terreno tiene valles convergentes el aire fresco afluirá por los lechos de los valles acelerándose hacia abajo y se encausará en el valle principal, de lo que puede resultar que el viento por la noche, en tales lugares, sea más fuerte que la brisa de día.

Especialmente en el Oriente del Depto. de Santa Ana, donde no hay cadenas montañosas de gran elevación, se desarrollará por las tardes la brisa marina, soplando de rumbos meridionales, por ejemplo: en el área del Lago de Coatepeque y re

giones más al NE hasta el alto Lempa.

La Brisa Marina, se observa frecuentemente en los días calurosos, el viento sopla cruzando la línea de la costa, durante el día de mar a tierra y en sentido contrario durante la noche. Estos vientos afectan una capa de muy poco espesor, y se producen debido a diferencias de calentamiento entre tierra y mar.

A medida que el Sol va ganando altura en el horizonte, la tierra se calienta mucho más de prisa que la superficie del mar, y el espesor entre la capa de isobaras crece sobre la tierra, de manera que la superficie superior de igual presión adquiere una inclinación desde la tierra hacia el mar. Se establecerá una fuerza horizontal debida a la presión, que acelera el aire de tierra a mar y esta transferencia de aire tiende a aumentar la presión al nivel del mar fuera de la costa y a disminuirla sobre tierra. El resultado es que al nivel del mar hay una fuerza debida a la presión que tiende a acelerar el aire desde el mar hacia la tierra.

Por la tarde cuando la tierra se enfría y desaparece el contraste de temperatura la brisa desaparece.

Durante la noche, cuando la tierra está más fría que el mar, se origina un flujo de tierra a mar que se llama brisa de tierra.

Un caso puro de brisa de tierra o de mar se observará pocas veces puesto que corrientemente habrá un viento general; sin embargo el efecto del diferente calentamiento se sobrepone siempre al viento general que predomine.

En la parte Norte y Central de la Cuenca tenemos la estación de Nueva Concepción, situada en el Depto. de Chalatenango; esta estación está situada en el Valle del Lempa el cual está bajo la influencia de los macizos montañosos que lo rodean y por eso el rumbo y la velocidad son irregulares, excepto durante la estación seca en las situaciones de Nortes en que los vientos pueden soplar aún con mayor velocidad y ráfagas aisladas: así en las cimas de las montañas pueden alcanzarse durante cortos períodos hasta velocidades de 90 a 120 kms/hr.

Estas velocidades pueden también ocurrir en la estación lluviosa con la aproximación de chubascos o tormentas eléctricas, aunque son de corta duración (15 a 20 min.). También es de tomarse en cuenta las influencias locales de montañas y valles, ya que se nota que durante el día soplan valle arriba y hacia las montañas y durante la noche en dirección opuesta.

3.- NUBOSIDAD

La Tabla No. 3 proporciona datos acerca de la Nubosidad Media en décimos y centésimos de la bóveda celeste, calculada en base a los registros de las siguientes estaciones:

INDICE

A 12	Santa Ana El Palmar	(elev. 725 mts.; período 14 años)
A 15	Güija	(elev. 485 mts.; período 9 años)
A 27	Candelaria de la Frontera	(elev. 700 mts.; período 4 años)
A 31	Planes de Montecristo	(elev. 1851 mts.; período 3 años)
L 8	Santa Tecla	(elev. 965 mts.; período 20 años)
L 4	San Andrés	(elev. 460 mts.; período 19 años)
S 4	San Salvador (ITIC)	(elev. 710 mts.; período 21 años)
G 4	La Palma	(elev. 1000 mts.; período 9 años)
G 3	Nueva Concepción	(elev. 320 mts.; período 6 años)
C 8	Ingenio San Francisco Aguilares	(elev. 285 mts.; período 5 años)
B 1	Chorrera del Guayabo	(elev. 190 mts.; período 17 años)
B 6	Sensuntepeque	(elev. 360 mts.; período 4 años)
U 19	Berlín	(elev. 1040 mts.; período 5 años)
M 18	Sesori	(elev. 195 mts.; período 4 años)
Z 3	Perquín	(elev. 1225 mts.; período 3 años)
Z 5	Corinto	(elev. 820 mts.; período 6 años)

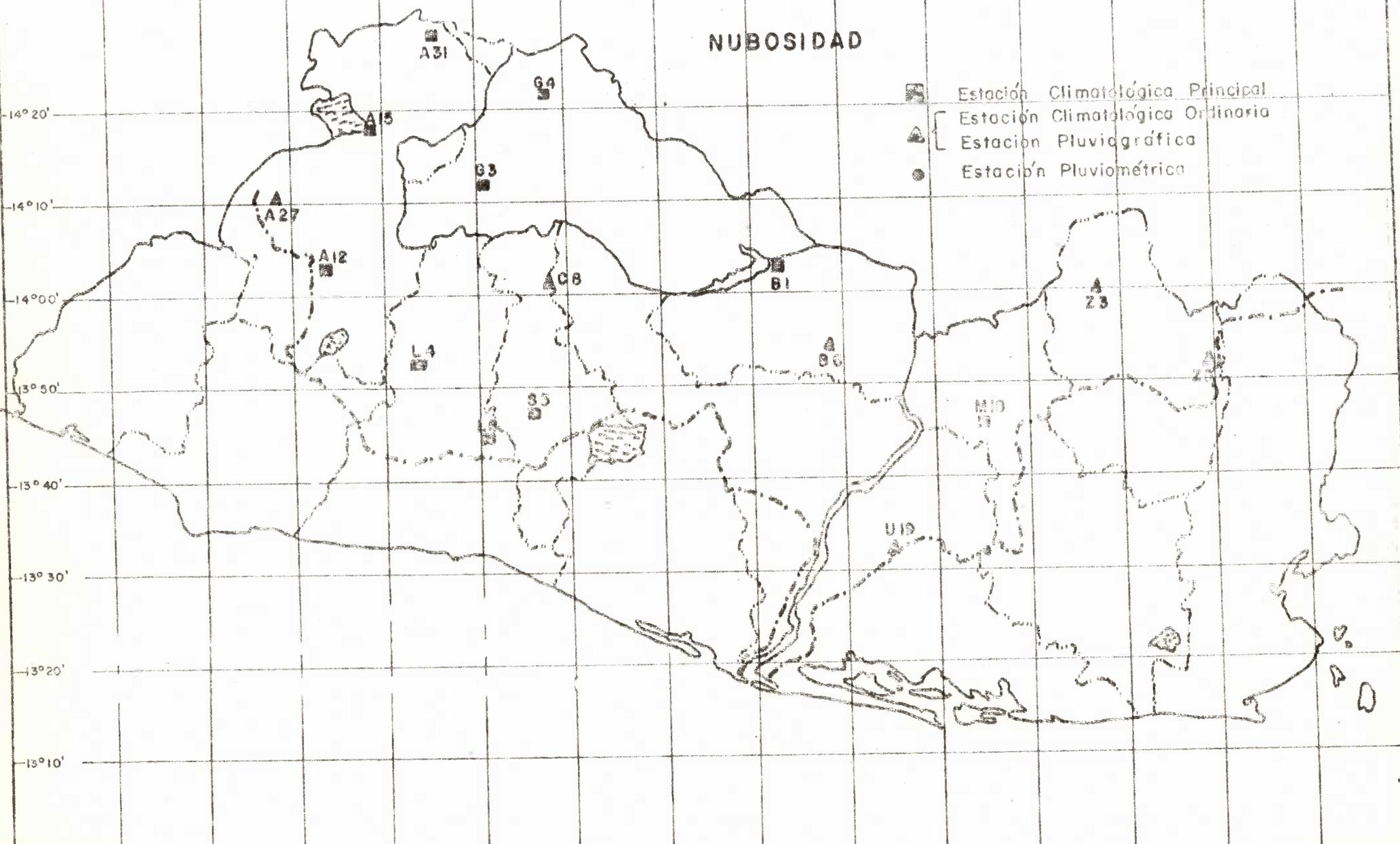
TABLA 3) Elemento: HUMEDAD PROMEDIO (Décimos de la Bóveda Celeste)

Estac.	Elev.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Período
A 12	725	3.0	3.3	3.8	5.8	6.5	7.3	6.5	6.7	7.4	6.5	4.6	3.2	5.4	14
A 15	485	2.0	2.2	2.5	3.0	4.5	5.7	4.8	5.0	5.4	4.6	3.0	2.4	3.8	9
A 27	700	3.7	3.2	3.6	4.7	6.4	7.2	6.7	6.8	7.4	6.5	4.9	3.6	5.4	4
A 31	1951	3.4	3.3	4.7	5.4	6.6	6.2	6.6	6.8	7.2	6.6	6.3	3.9	5.5	3
L 4	460	2.9	3.3	4.1	5.7	6.7	7.5	7.0	6.9	7.9	6.8	4.4	3.2	5.5	19
L 8	965	2.7	3.1	4.1	6.2	7.2	8.1	7.6	7.5	8.2	7.3	4.8	3.1	5.8	20
S 4	710	2.4	2.8	3.5	5.0	6.2	7.2	7.0	6.7	7.4	6.6	4.2	2.7	5.1	21
G 3	320	3.4	3.5	4.6	5.0	6.7	7.7	7.7	8.1	8.2	7.0	5.1	3.6	5.9	6
G 4	1000	2.2	2.8	3.0	4.0	5.2	6.6	5.6	6.0	6.6	5.3	3.5	2.6	4.4	9
C 8	285	3.5	3.6	3.8	5.6	7.3	6.7	6.1	7.2	7.2	6.1	4.3	3.0	5.4	5
B 1	190	3.3	3.6	4.5	6.1	6.8	7.5	7.2	7.4	8.0	7.2	5.1	3.3	5.8	17
B 6	650	2.4	2.8	3.3	4.6	5.7	5.0	5.6	6.5	6.9	7.3	5.1	3.4	4.9	3
U 19	1040	2.4	2.4	3.4	5.2	7.0	7.3	6.5	7.5	8.0	7.3	5.0	2.9	5.4	3
M 18	195	2.6	2.9	3.8	5.5	7.0	7.4	7.4	7.7	8.3	7.7	5.6	3.2	5.8	3
Z 5	820	2.4	2.6	3.4	4.4	5.6	5.9	6.3	5.8	6.8	5.7	3.7	2.3	4.6	5
Z 3	1225	3.6	3.8	4.3	5.4	6.5	6.6	5.7	6.4	7.3	6.8	5.0	3.8	5.4	3

La ubicación de estas estaciones se presenta en el ma
pa siguiente.

90°00' 89°50' 89°40' 89°30' 89°20' 89°10' 89°00' 88°50' 88°40' 88°30' 88°20' 88°10' 88°00' 87°50' 87°40'

NUBOSIDAD



- Estación Climatológica Principal
- ▲ Estación Climatológica Ordinaria
- ▲ Estación Pluviográfica
- Estación Pluviométrica

14°20'
14°10'
14°00'
13°50'
13°40'
13°30'
13°20'
13°10'

De la observación de los valores registrados en la tabla No. 3 y pertenecientes a cada una de las estaciones estudiadas, podemos observar que no hay diferencias esenciales de lugar en lugar. Por lo general alrededor del mediodía y la temprana tarde hay algo más de nubes en las faldas y cimas de las montañas, sobre todo en las partes expuestas hacia el mar (Nubes de la Brisa Marina).

Durante la estación lluviosa, en la madrugada muchas veces hay más nubosidad en la parte costera que más tierra adentro.

En las planicies muy húmedas por razones edáficas (pantanos) y alrededor de las grandes lagunas, se observan a veces nieblas o neblinas en la madrugada durante la estación lluviosa.

En la parte occidental de la Cuenca contamos con las estaciones de Santa Ana El Palmar (A 12), Güija (A 15), Candelaria de la Frontera (A 27) y Planes de Montecristo (A 31) (Todas Depto. de Santa Ana). Por lo general, las regiones montañosas suelen tener mayor nubosidad que las planicies internas del Departamento. Una característica climática de la Sierra Apaneca - Santa Ana, consiste en que debido al libre acceso de las masas de aire boreales acarreadas por los Nortes, éstas aún contienen suficiente humedad como para que se formen en la vertiente Norte del alto macizo montañoso, extensos campos de nubes estratificadas.

En los alrededores de Güija y Coatepeque es muy común observar durante la estación lluviosa la formación de nieblas

o neblinas durante la madrugada hasta poco después de la salida del Sol.

La estación Planes de Montecristo situada a una elevación de 1851 mts. presenta condiciones topográficas especiales. Esta estación está ubicada en una altiplanicie de abundante vegetación (pinos y pastizales) y en la época de noviembre a febrero cuando entran los frentes fríos, las temperaturas son muy bajas, hay formación de abundante niebla y nubosidad.

Santa Tecla está ubicada en una zona de mucha vegetación (cafetos) y es un lugar muy húmedo por su elevación y por consiguiente de niebla abundante y nubosidad algo mayor que San Salvador.

Se nota el aumento de nubosidad en la estación lluviosa (mayo-octubre) y una disminución durante la estación seca; así como también mayor nubosidad en las estaciones ubicadas en zonas montañosas y de mayor elevación, a excepción de ciertas estaciones como Nueva Concepción (320 mts.) ubicada en el valle del Lempa y Sesori (195 mts.) que presenta a pesar de su poca elevación un alto promedio de nubosidad, posiblemente por que es afectada por la extensión de la nubosidad de la Zona Montañosa Norte.

4.- HUMEDAD RELATIVA

Para expresar la humedad o sea el contenido de vapor de agua del aire se usan dos definiciones:

- 1º) La Humedad Relativa (%) que expresa la relación entre el contenido de vapor de agua del aire bajo la tempe-

ratura actual y la cantidad máxima de vapor de agua que el aire podría contener bajo la misma temperatura cuando el aire está saturado.

2º) La Humedad Absoluta que es el contenido absoluto de vapor de agua en el aire.

Para los rangos de temperatura consideramos la humedad absoluta (g/m^3) es numéricamente igual a la tensión de vapor expresada en mm hg.

La Humedad Relativa no demuestra una relación bien definida con la altura, ya que depende en alto grado de las condiciones locales.

En la costa y planicie costera por lo general el aire es más húmedo que más tierra adentro, observándose un aumento paulatino a medida que aumenta la elevación.

Para el estudio de este parámetro se han utilizado los datos de las siguientes estaciones:

<u>Indice</u>	<u>Nombre de la Estación</u>	<u>Elevación</u>	<u>Años de Registro</u>
A 2	Hacienda Montecristo	2230 mts.	3
A 31	Planes de Montecristo	1851 mts.	3
Z 3	Perquín	1225 mts.	3
G 4	La Palma	1000 mts.	10
Z 5	Corinto	820 mts.	5

Todas estas estaciones están ubicadas en la Zona Montañosa Norte de la cuenca con elevaciones que fluctúan entre 820 mts. (Corinto) y 2230 mts. (Hda. Montecristo).

<u>Indice</u>	<u>Nombre de la estación</u>	<u>Elevación</u>	<u>Años de Registro</u>
A 12	Santa Ana, El Palmar	725 mts.	15
S 4	San Salvador, ITIC	710 mts.	22
A 27	Candelaria de la Frontera	700 mts.	3
B 6	Sensuntepeque - Posta	650 mts.	3
S 10	Aeropuerto de Ilopango	615 mts.	17
A 15	Güija	485 mts.	10
L 4	San Andrés	460 mts.	22
L 39	Zapotitán	453 mts.	2
G 12	Concepción Quezaltepeque	390 mts.	2
G 3	Nueva Concepción	320 mts.	5
C 8	Ingenio San Francisco, Aguilares	285 mts.	5
M 18	Sesori	195 mts.	3
B 1	Chorrera del Guayabo	190 mts.	18
V 9	Puente Cuscatlán	20 mts.	3

Todas estas estaciones ubicadas en el Valle del Lempa y valles cercanos a éste, con elevaciones que fluctúan entre los 20 mts. (Puente Cuscatlán) y 725 mts. (Santa Ana, El Palmar).

L 8	Santa Tecla	925 mts.	24
C 9	Cojutepeque	380	4

Estas estaciones ubicadas en la zona de la Cordillera Central. El total de estaciones ha sido distribuido de acuerdo a su situación con respecto a la cuenca en 3 zonas topográficas: la Zona Montañosa Norte, la Zona del Valle del Lempa y Planicies Internas y la Zona de la Cadena Costera.

La Tabla No. 4 presenta los valores promedios mensuales y anuales de la Humedad Relativa en 3 correspondiente a las 3 zonas diferenciadas.

T A B L A No. 4

Promedios Humedad Relativa (%).

ZONA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
ZONA MONTA ÑOSA NORTE	76	74	70	73	82	85	81	85	87	88	82	79	80
ZONA DE VA LLES Y PLÁ NICIES	64	62	63	67	74	80	79	81	83	82	74	69	73
ZONA CADE- NA COSTERA	74	67	70	74	82	84	83	86	89	89	83	77	78

De la observación de los valores consignados en la tabla para las estaciones correspondientes a las distintas zonas podemos observar:

Un aumento de la Humedad Relativa promedio durante la estación lluviosa (mayo-octubre) y meses de transición (abril y noviembre), y un aumento paulatino de la humedad relativa con la altura.

5.- HUMEDAD ABSOLUTA

La Humedad Absoluta del aire representada por la presión del vapor de agua (en mm de Hg), demuestra una disminución más clara con la altura.

(La estación Hacienda Montecristo con una elevación de 2230 mts. tiene un promedio anual de 9.6 mm. de Hg. promedio mucho más bajo que el de la estación Puente Cuscatlán con 20 mts. de elevación y un promedio anual de 20.1 mm de Hg.).

Los valores promedios para las 3 estaciones diferenciadas en la cuenca del Río Iempa se presentan en la Tabla No. 5.

T A B L A No. 5

Promedios Humedad Absoluta (mm. de Hg.).

ZONA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
ZONA MONTA ÑOSA NORTE	10.5	10.9	11.7	12.6	13.8	13.9	13.4	13.6	13.9	13.9	12.5	11.1	12.9
ZONA DE VA LLES Y PLA NICIES	13.8	13.6	15.2	16.9	13.4	19.0	18.5	18.6	18.8	18.6	16.6	14.2	16.8
ZONA CADE ÑA COSTERA	11.9	12.5	13.9	15.4	16.6	11.7	14.9	15.3	15.5	15.4	13.8	12.0	15.2

6.- TEMPERATURA

En la Cuenca del Río Lempa, se tienen veintiseis estaciones climatológicas que proporcionan datos de temperatura.

De estas veintiseis estaciones, tomando en cuenta su distribución en la zona y su número de años de registro, han sido escogidas para el estudio de este parámetro nueve estaciones, cinco de ellas cuentan con diez o más años de registro y cuatro con cinco a nueve años.

Las estaciones seleccionadas son las siguientes:

- A 12 Santa Ana, El Palmar (Departamento de Santa Ana),
elev. 725 mts., 14 años de registro.
- A 15 Güija (Departamento de Santa Ana),
elev. 485 mts., 9 años de registro.
- L 4 San Andrés (Departamento de La Libertad),
elev. 460 mts., 24 años de registro.
- S 4 San Salvador ITIC (Depto. de San Salvador),
elev. 710 mts., 21 años de registro.
- B 1 Chorrera del Guayabo (Depto. de Cabañas),
elev. 190 mts., 17 años de registro.
- C 8 Ingenio San Francisco Aguilares (Depto. Cuscatlán)
elev. 285 mts., 5 años de registro.
- G 4 La Palma (Departamento de Chalatenango),
elev. 1000 mts., 9 años de registro.
- E 5 Corinto (Departamento de Morazán),
elev. 820 mts., 5 años de registro.
- L 8 Santa Tecla (Departamento de La Libertad),
elev. 460 mts., 24 años de registro.

Las Tablas 6, 7 y 8 presentan respectivamente los Promedios Mensuales de Temperatura, Temperatura Máxima y Temperatura Mínima de las estaciones seleccionadas.

TABLA 6) Elemento: PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (°C)

Estac.	Elev.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Período
A 12	725	21.6	22.2	23.4	24.2	23.9	22.8	23.0	22.9	22.6	22.6	22.0	21.6	22.7	14
L 4	460	22.6	23.3	24.6	25.5	25.2	24.2	24.2	24.3	23.9	23.6	22.8	22.3	23.9	24
L 8	965	19.4	19.9	20.9	21.7	21.7	21.2	21.4	21.5	20.8	20.7	20.2	19.6	20.8	25
S 4	710	22.0	22.5	23.7	24.4	24.0	23.0	23.0	23.0	22.5	22.5	22.2	22.0	22.9	21
G 4	1000	18.9	19.5	21.1	22.0	21.8	20.9	21.1	20.7	20.5	20.3	19.4	19.1	20.4	9
B 1	190	26.5	27.4	28.6	29.0	27.8	26.0	25.8	25.9	25.5	25.7	25.7	25.9	26.6	17
A 15	485	24.3	25.0	26.4	27.1	26.6	24.7	24.8	24.6	24.5	24.5	24.2	24.4	25.1	9
C 8	285	24.4	25.0	26.6	27.6	27.0	25.8	25.2	24.8	24.8	25.0	24.2	24.0	25.4	5
Z 5	820	21.0	21.8	23.3	24.0	23.7	23.0	23.0	22.5	22.4	22.2	21.6	21.0	25.5	5

TABLA 7) Elemento: PROMEDIOS MENSUALES TEMPERATURA MAXIMA (°C)

Estac.	Elev.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Período
A 12	725	30.2	31.4	32.8	32.9	31.6	29.7	30.2	30.2	29.6	29.5	29.2	29.6	30.6	14
L 4	460	32.1	33.3	34.5	34.6	33.2	31.6	31.8	32.0	31.1	30.9	30.8	31.1	32.2	23
L 8	965	28.5	29.5	30.4	30.3	29.2	27.8	28.7	28.7	27.4	27.2	27.6	27.9	28.6	23
S 4	710	29.7	31.0	32.3	32.5	31.4	29.9	30.0	30.2	29.5	28.9	28.5	28.8	30.2	21
G 4	1000	26.7	27.9	29.7	29.6	28.6	27.1	28.1	27.6	26.8	26.6	25.9	26.2	27.5	9
B 1	190	34.3	35.6	37.1	37.1	35.3	33.2	33.5	33.5	32.7	32.7	32.4	33.1	34.2	17
A 15	485	32.2	33.2	34.6	34.8	34.3	32.3	32.6	32.3	31.8	31.8	31.4	31.7	32.8	9
C 8	285	33.4	33.9	36.9	36.3	34.3	32.3	32.5	31.2	31.6	31.9	32.0	32.6	33.2	5
Z 5	820	30.7	32.0	33.6	33.2	31.4	29.6	30.3	29.3	29.1	29.1	29.2	29.6	30.6	5

TABLA 8) Elemento: PROMEDIOS MENSUALES TEMPERATURA HINIHA (°C)

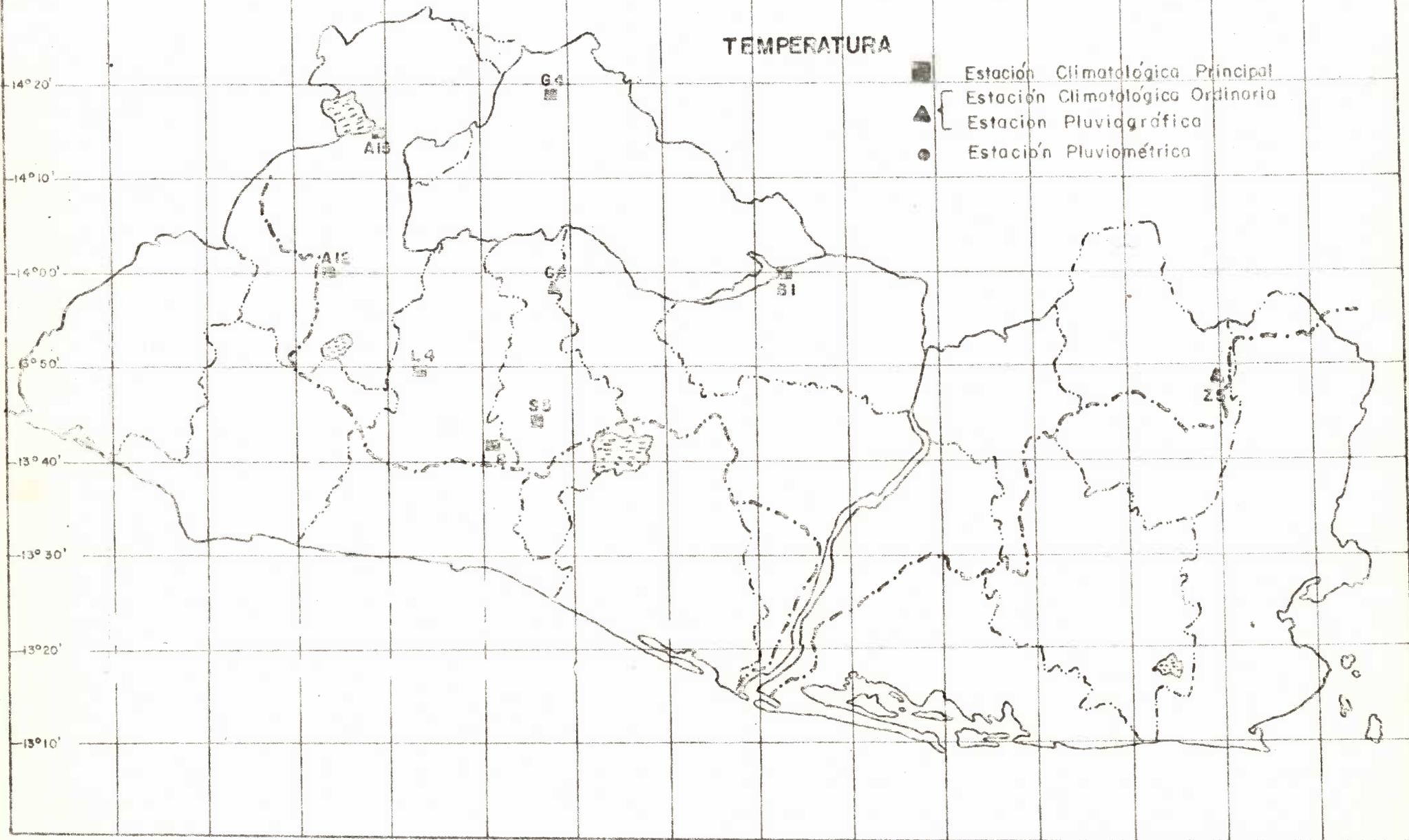
Estac.	Elev.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Período
A 12	725	15.9	15.9	17.0	18.0	18.9	18.8	18.5	18.6	18.8	18.6	17.5	16.5	17.8	14
L 4	460	13.9	14.5	15.9	18.0	19.2	19.3	18.8	19.1	19.2	18.5	16.2	14.4	17.2	23
L 8	955	13.8	13.9	14.8	16.3	17.2	17.3	17.0	17.1	17.2	17.0	15.7	14.6	16.0	23
S 4	710	16.0	16.0	17.2	18.5	18.9	18.8	18.2	18.4	18.6	18.5	17.4	16.5	17.8	21
G 4	1000	14.1	14.2	15.4	16.7	17.2	17.2	16.8	16.6	17.1	16.6	15.6	14.9	16.0	9
A 15	485	18.3	18.8	20.0	20.8	21.0	20.3	20.0	19.9	20.2	19.9	18.8	18.4	19.7	9
C 8	285	17.1	18.2	21.1	22.2	22.5	21.9	21.2	21.2	21.0	21.0	19.3	17.5	20.4	5
Z 5	820	13.5	13.5	16.3	16.4	17.2	17.0	16.8	17.1	17.3	17.2	15.3	13.9	16.0	5

El siguiente mapa muestra la ubicación en la cuenca de las estaciones seleccionadas.

90° 00' 89° 50' 89° 40' 89° 30' 89° 20' 89° 10' 89° 00' 88° 50' 88° 40' 88° 30' 88° 20' 88° 10' 88° 00' 87° 50' 87° 40'

TEMPERATURA

- Estación Climatológica Principal
- ▲ Estación Climatológica Ordinaria
- ▲ Estación Pluviográfica
- Estación Pluviométrica



De la observación de los valores consignados en la Tabla 6 podemos ver un aumento de la Temperatura en los meses de Febrero, Marzo y Abril, así como una disminución de la Temperatura con la altura, notándose por ejemplo, en todos los meses, valores menores para La Palma (elev. 1000 mts.), que tiene un promedio anual de Temperatura de 16.0°C en comparación con Chorrera del Guayabo (elev. 190 mts.) con un promedio anual de 20.4°C .

A fin de determinar el valor del gradiente térmico (variación de la Temperatura con la altura) se hicieron para cada mes, gráficas de elevación vrs. temperatura en base a los promedios calculados de los registros de las estaciones, lo que permite obtener valores interpolados de Temperatura para distintos niveles. Una vez ploteados los valores elevación vrs. temperatura, y a fin de lograr la recta de mejor ajuste, se emplea el siguiente programa de computadora:

```

10 REM PROGRAMA PARA EL CALCULO DE CORRELACION- REGRESION
20 DIM X200,Y200
30 READ N,X1,Y1
40 C1=X12
50 Q1=Y12
60 Z1=X1*Y1
70 J=2
80 READ XJ
90 READ YJ
100 C=XJ2
110 Q=YJ2
120 Z=XJ*YJ
130 X1=X1+XJ
140 Y1=Y1+YJ
150 C1=C1+C
160 Q1=Q1+Q
170 Z1=Z1+Z
180 J=J+1
190 IF J<N+1 THEN 80
200 X8=X1/N
210 Y8=Y1/N
220 V1=C1/N-X82
230 V2=Q1/N-Y82
240 C8=Z1/N-X8*Y8
250 D1=SQRV1
260 D2=SQRV2
270 R=C8/(D1*D2)
280 A=R*D2/D1
290 B=Y8-A*X8
300 S2=V2*(1-R2)
310 PRINT "EL COEFICIENTE DE CORRELACION MUESTRAL ES : "R
320 PRINT
330 PRINT "LA RECTA DE REGRESION ES Y="A"X+"B
340 PRINT
350 REM"EL PRIMER DATO DEBE SER N "
360 REM"LUEGO LOS PARES ORDENADOS (X(J),Y(J))"
370 END
380 DATA

```

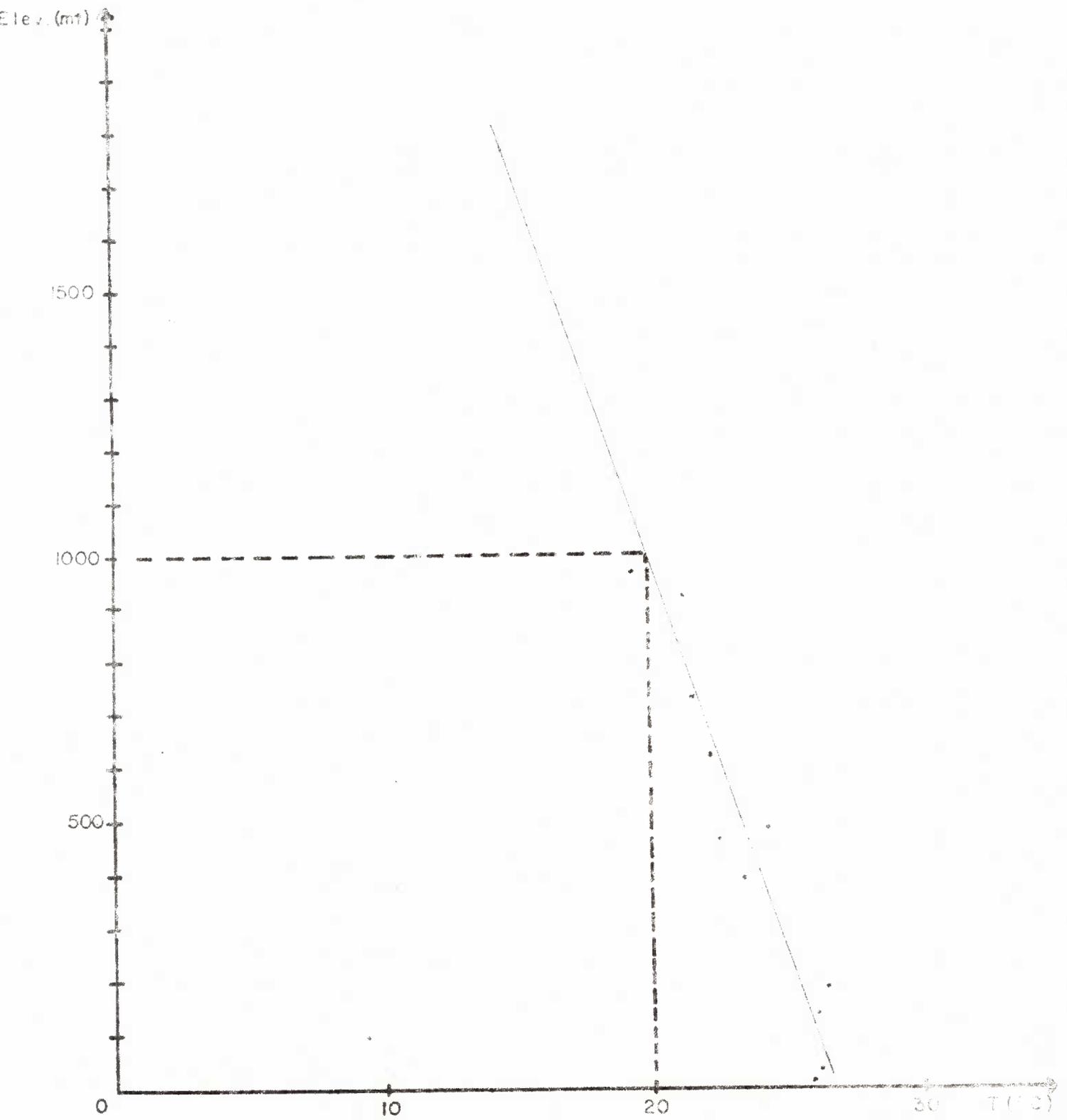
Las gráficas mencionadas, se presentan a continuación, siendo el

gradiente térmico obtenido: $\gamma = - \frac{\Delta T}{\Delta Z} = 1^{\circ}\text{C}/150 \text{ mts.}$

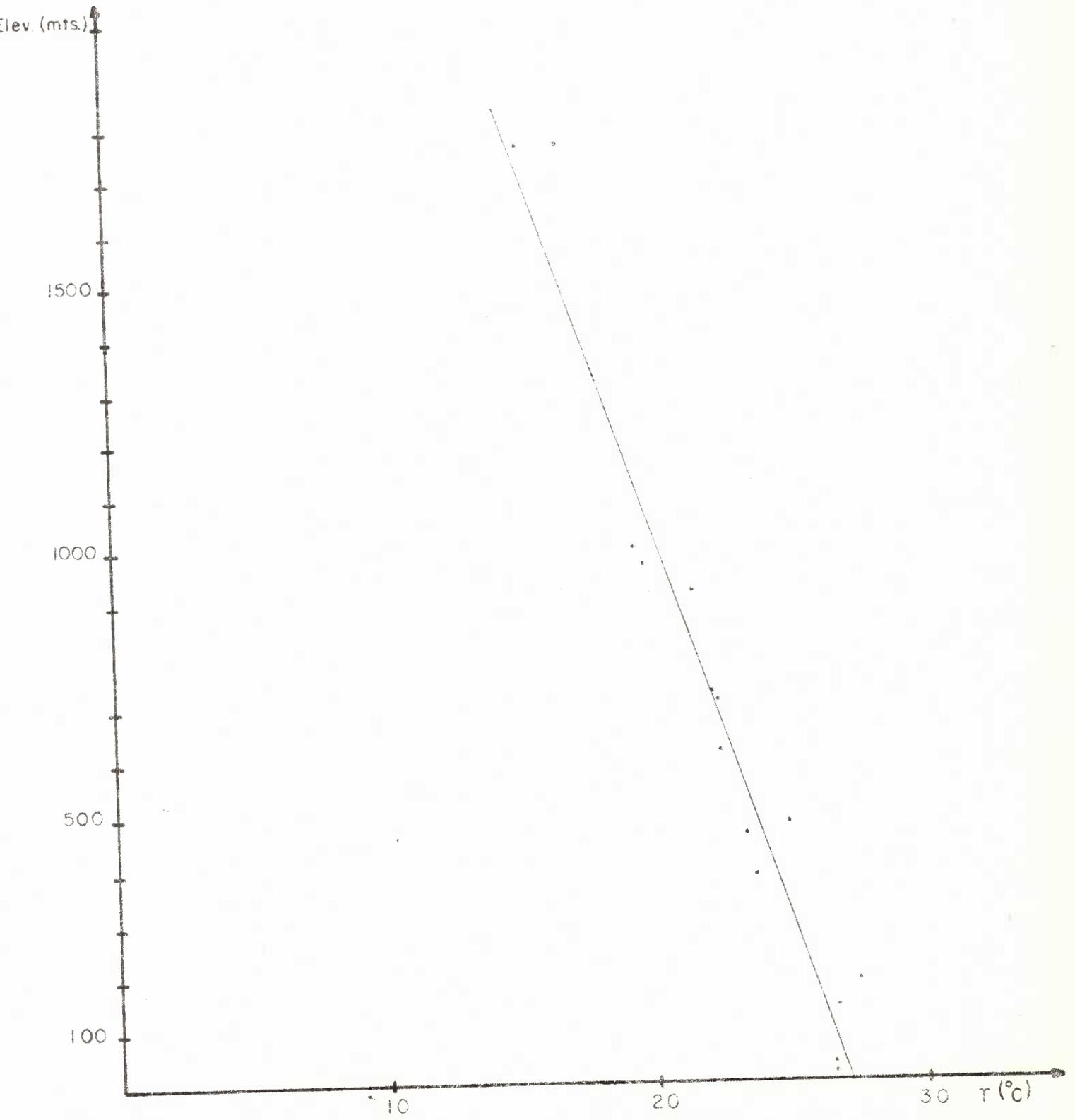
EJEMPLO ILUSTRATIVO

Si deseamos obtener la temperatura promedio para el mes de Enero, para una elevación de 1000 mts., vamos a la gráfica elev. vrs. T para el mes citado, y obtenemos que para una ordenada de 1000 mts. tenemos una abscisa que corresponde a 20°C.

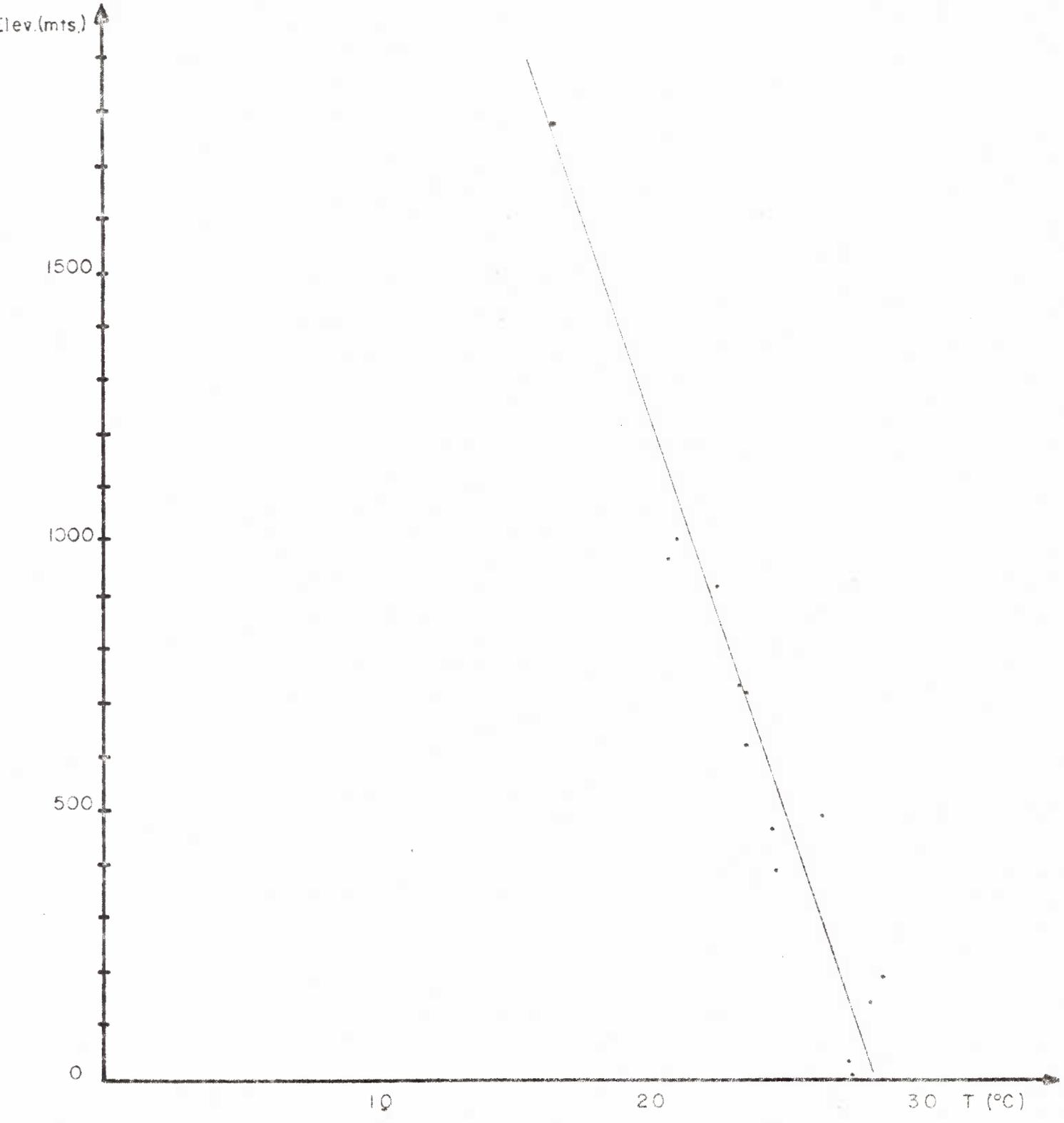
GRAFICOS ELEVACION vs. TEMPERATURA ENERO



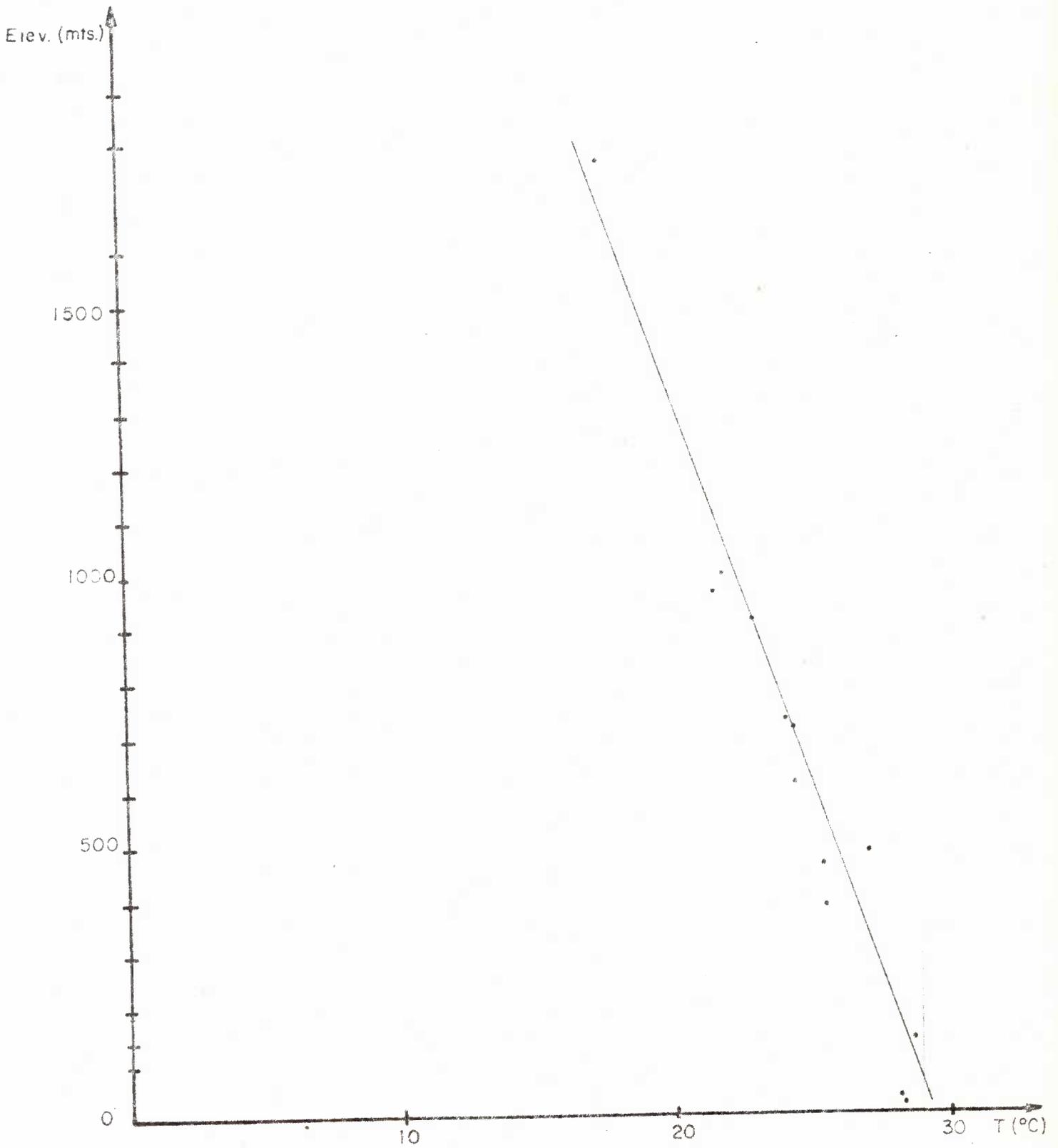
FEBRERO



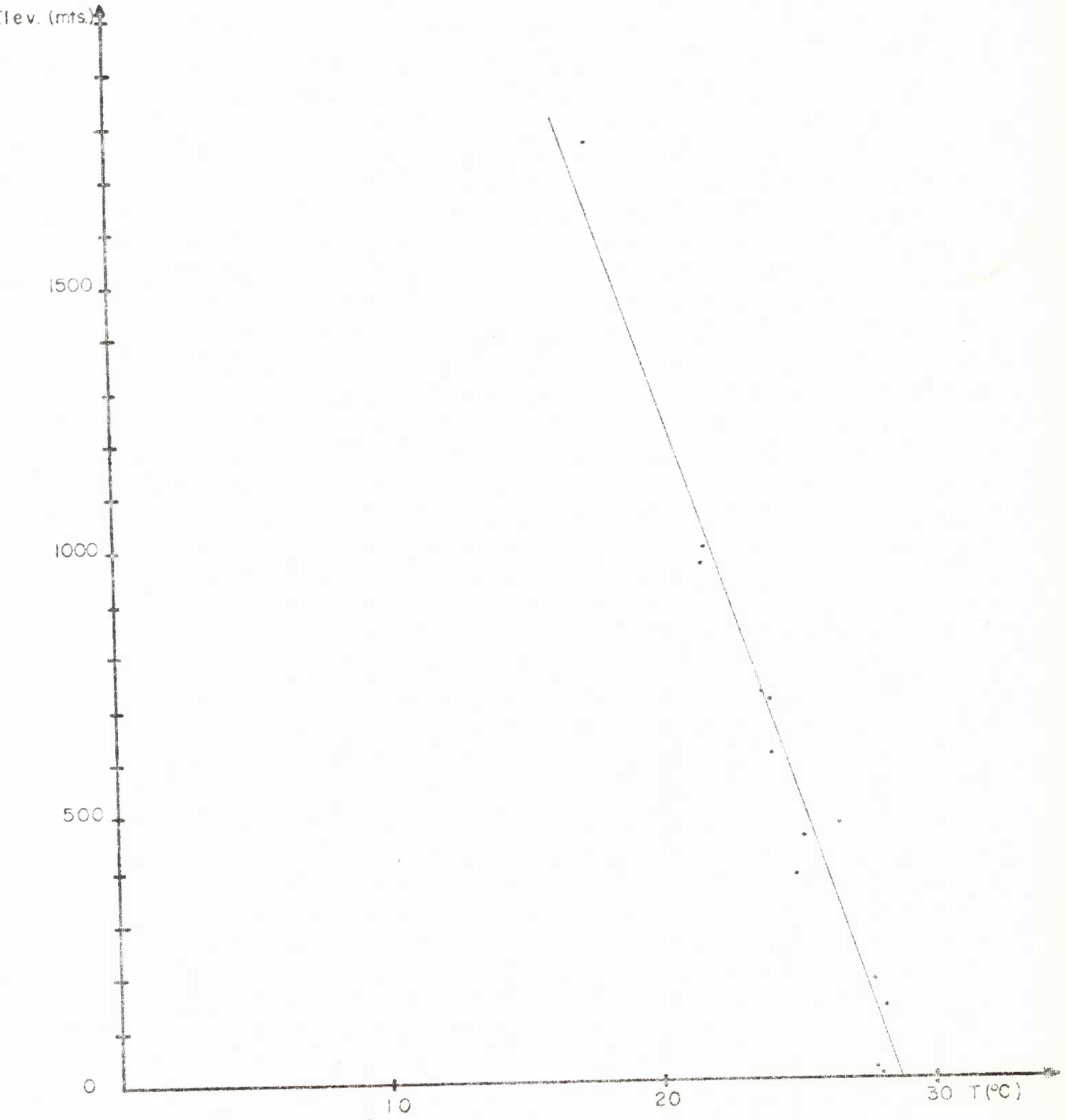
MARZO



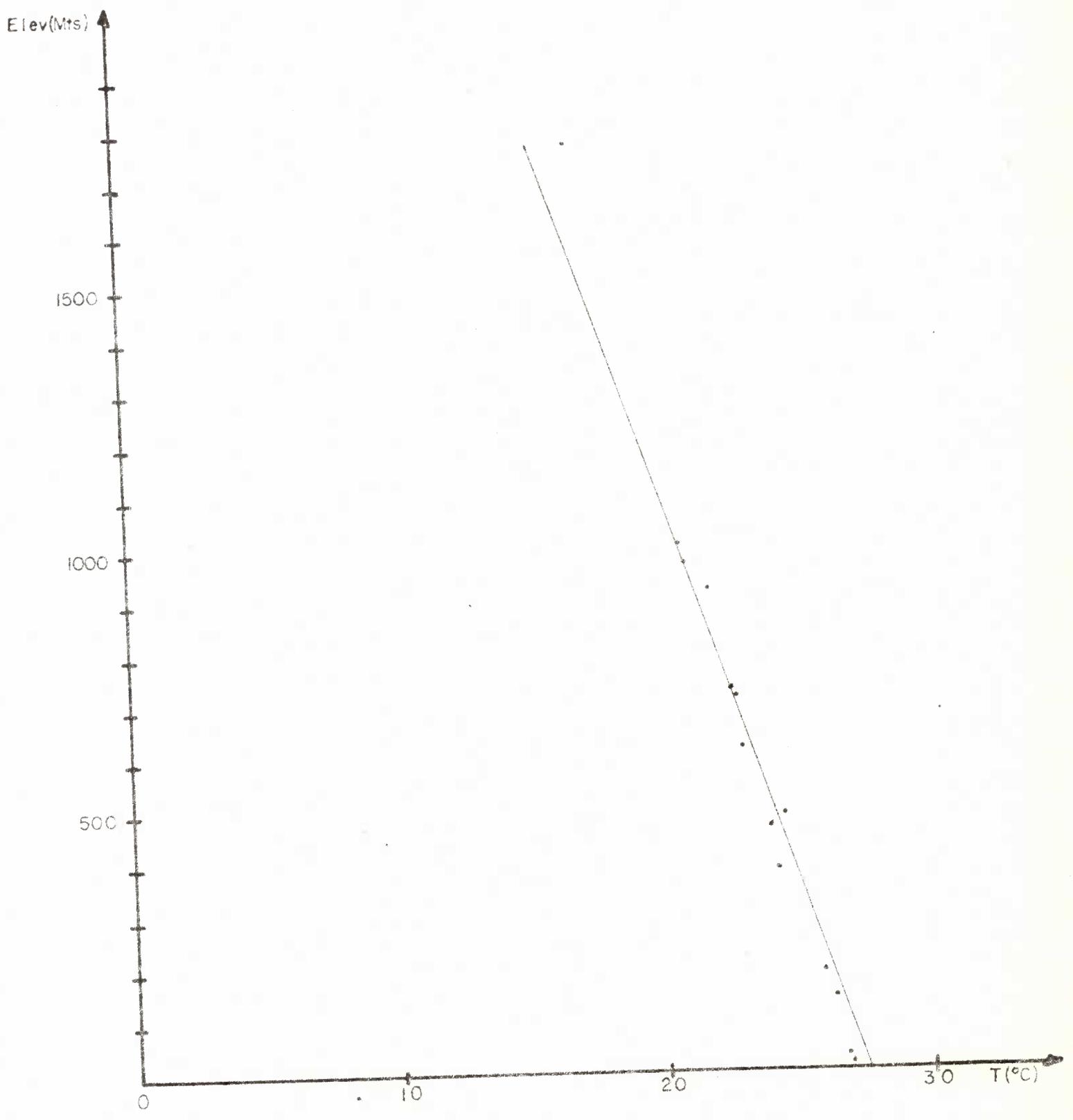
ABRIL



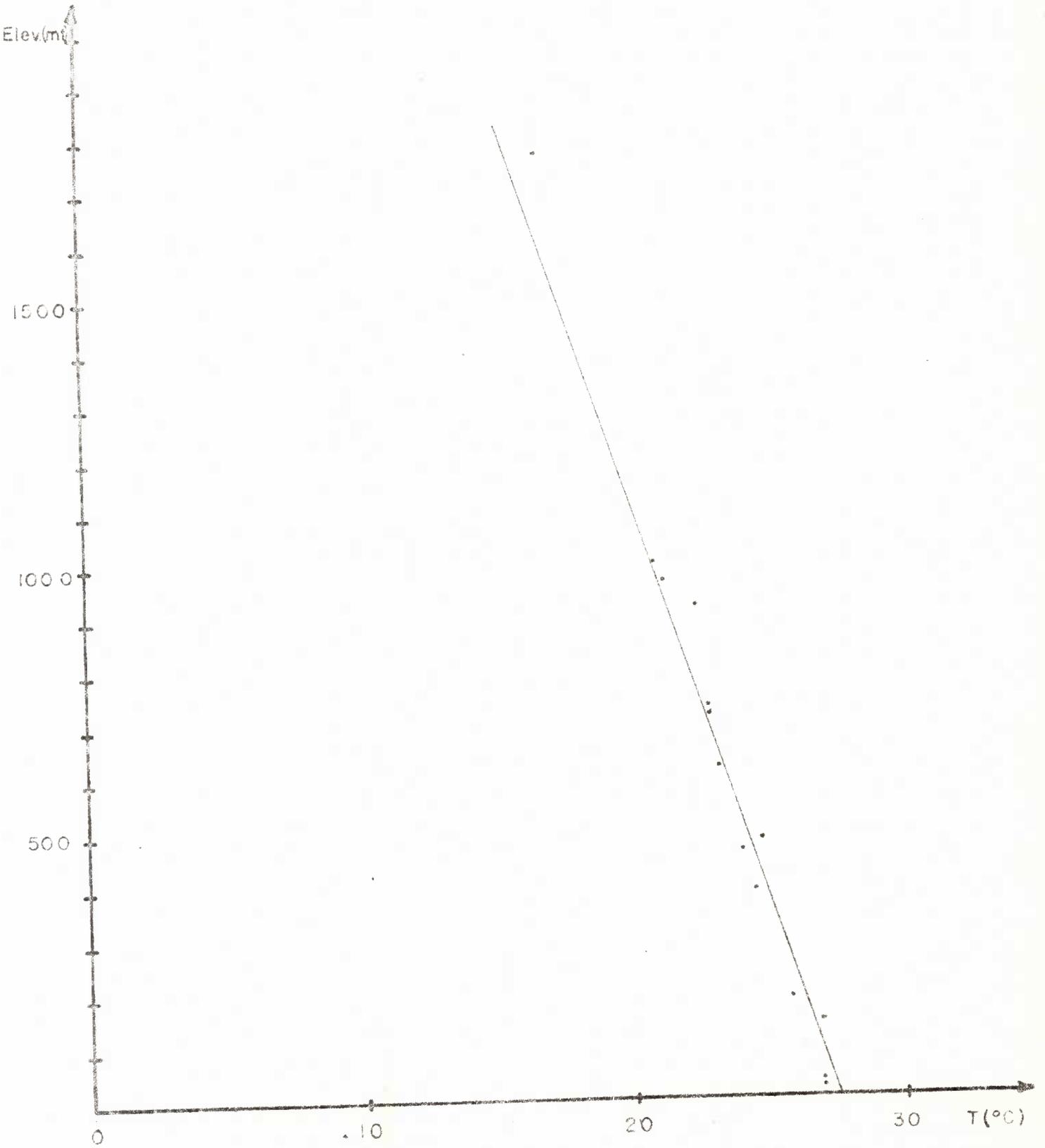
MAYO



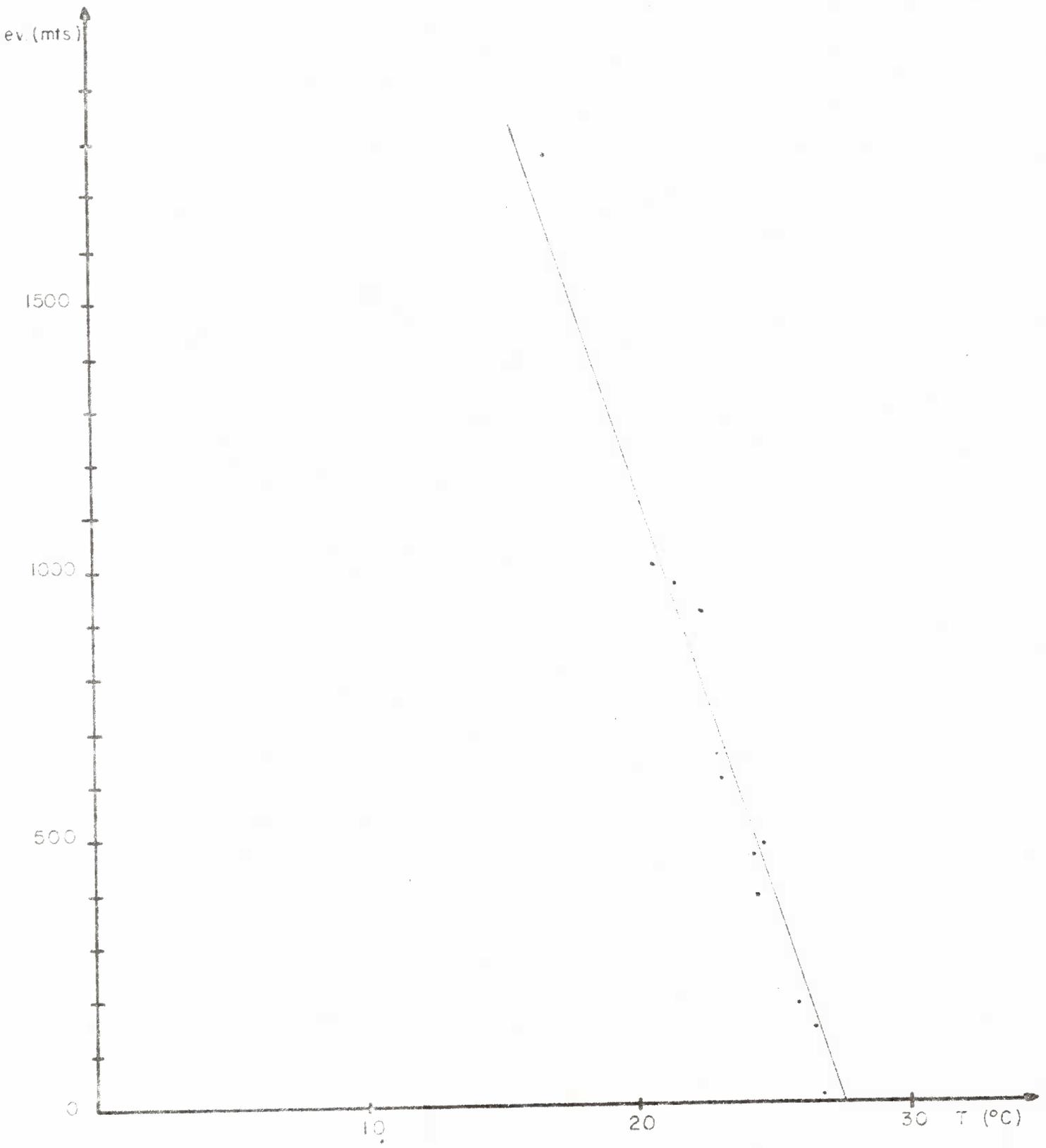
JUNIO



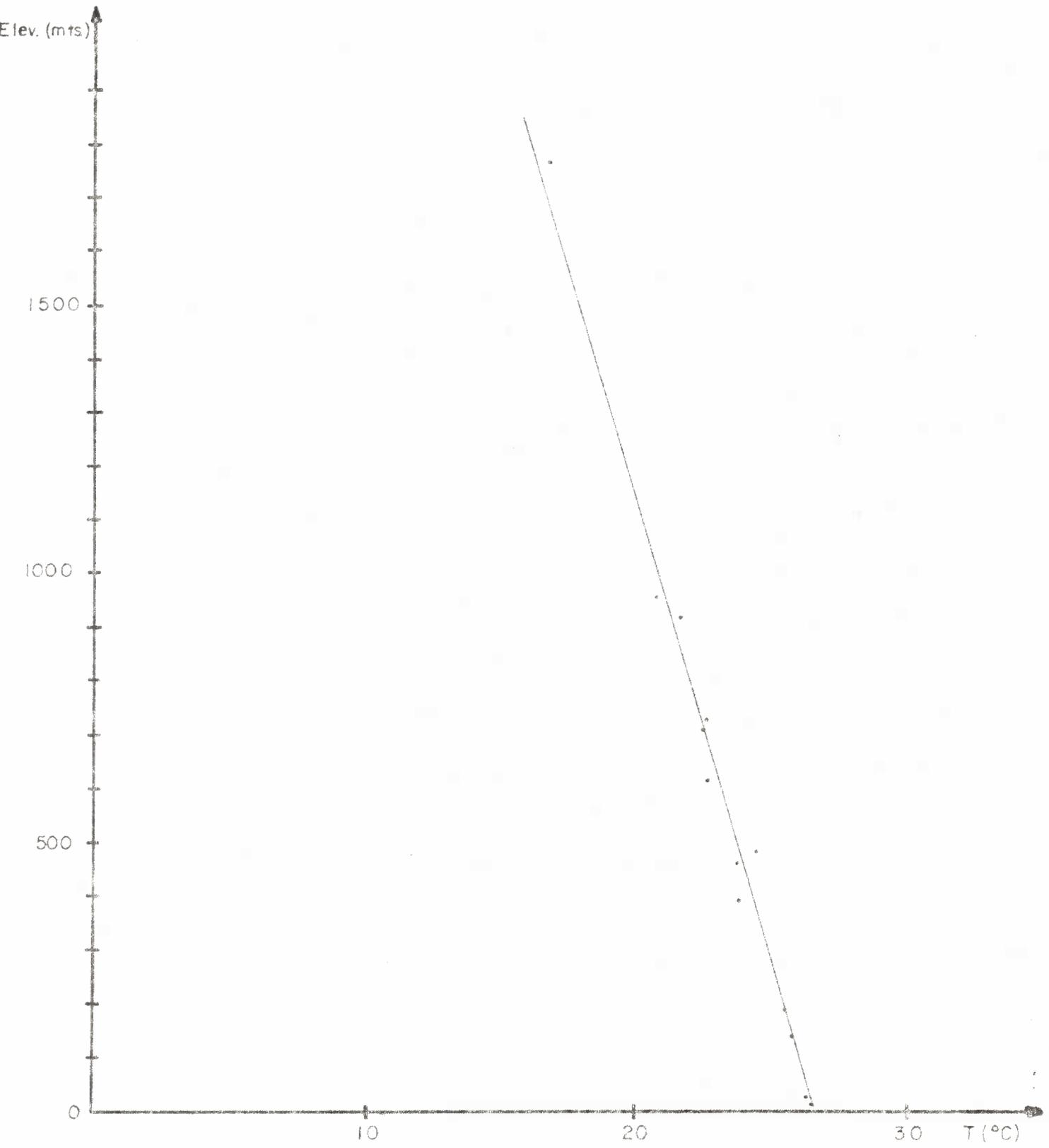
JULIO



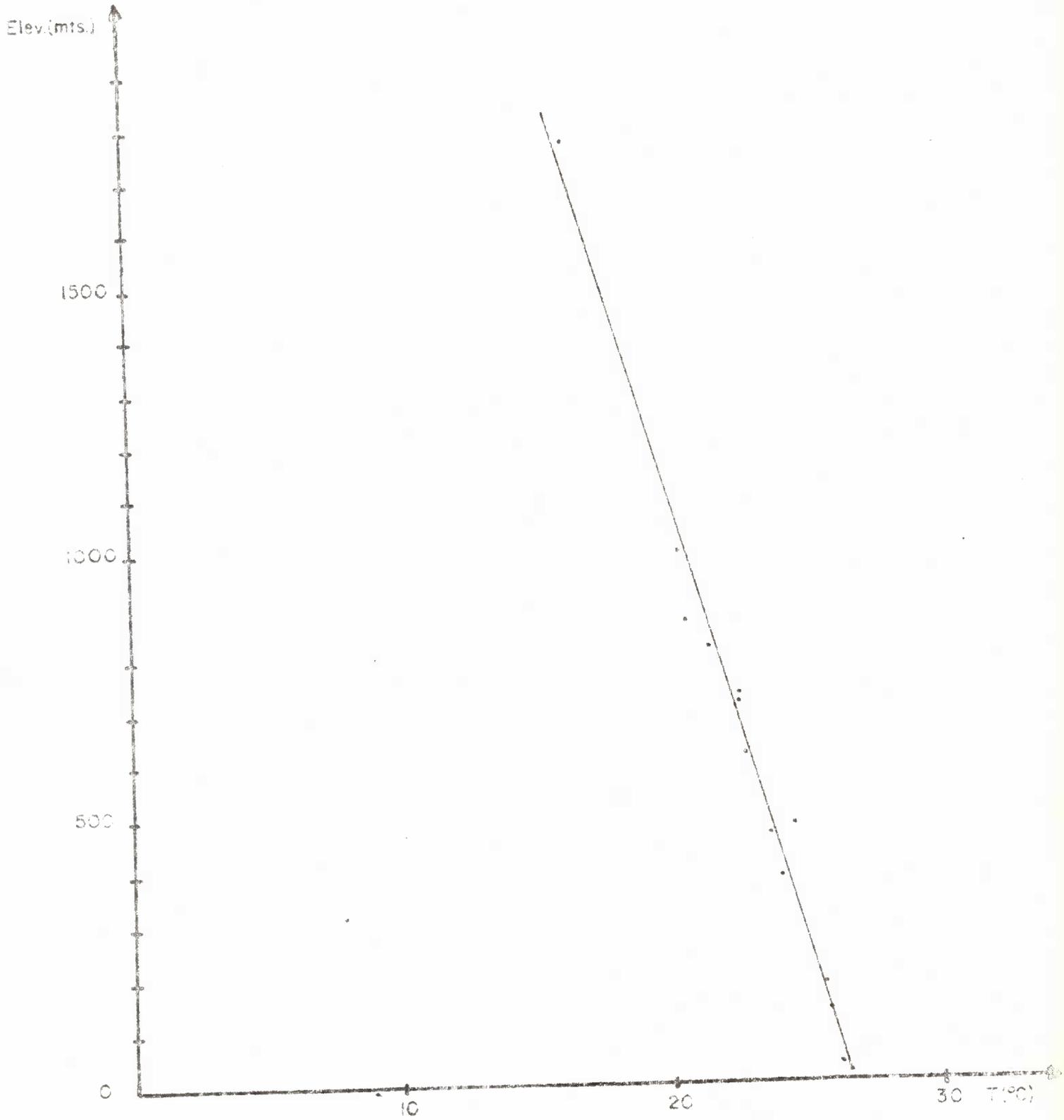
AGOSTO



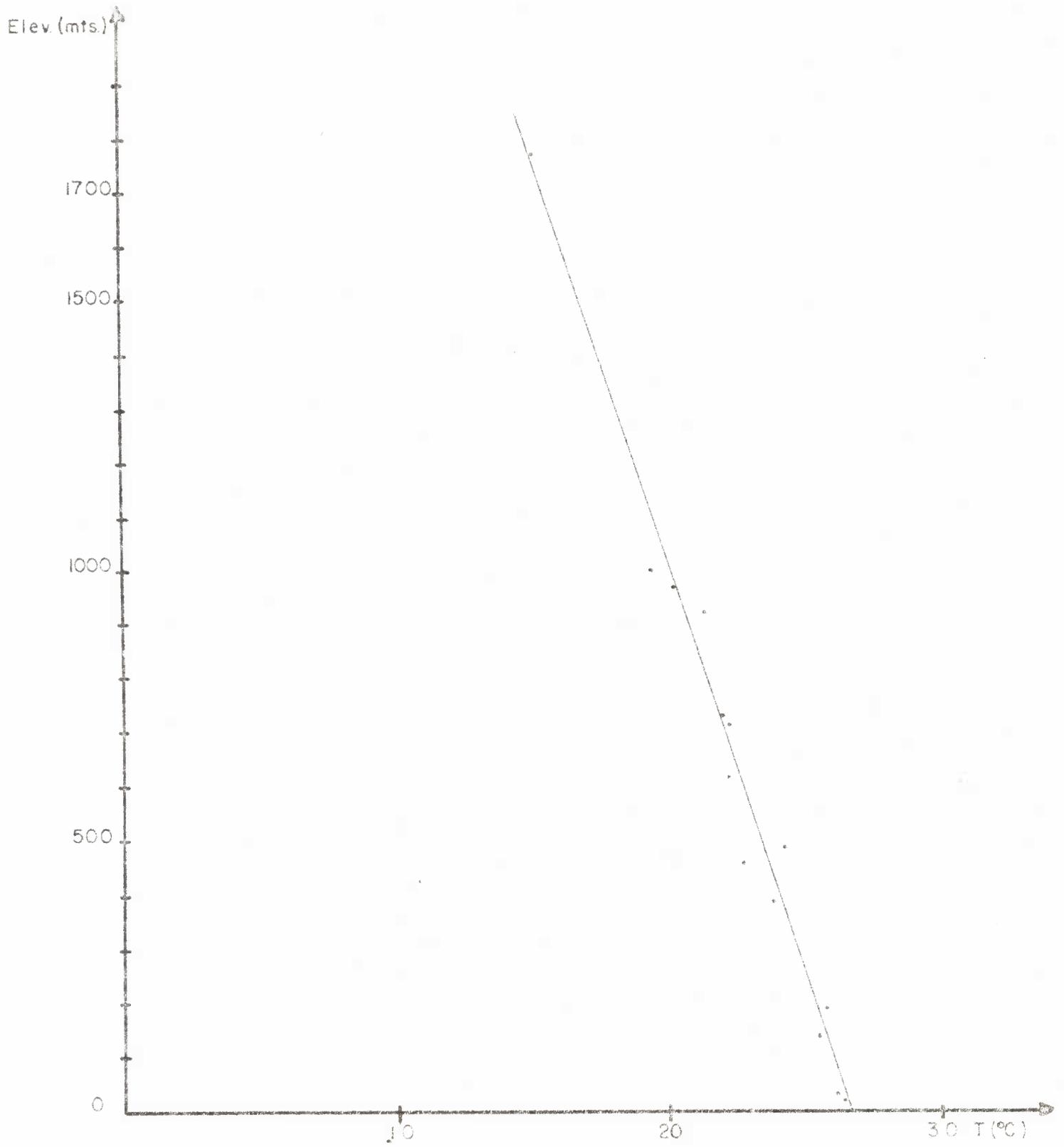
SEPTIEMBRE



OCTUBRE



NOVIEMBRE



7.- PRECIPITACION

Para el estudio de este parámetro se cuenta con 126 estaciones que proporcionan datos de lluvia.

Mediante la Tabla No. 9 (frecuencias) se determinó que el número óptimo de años de registro a usar para el estudio es de 20 años, número de años que poseen 50 estaciones (35, 20 años o más y 15 de 15 a 19 años), que vienen a constituir el 50% del total de estaciones y que proporcionan una cobertura casi completa del área de estudio.

Contamos entre estas con 5 estaciones que poseen 60 años de registro; por lo tanto lo ideal sería reducir las series a 60 años, pero el problema es que en ese caso el 90% de las estaciones tendría valores inferidos y no observados, por lo que se decidió trabajar con series de 20 años. El problema que se presenta es el siguiente: Hasta que punto los últimos 20 años son representativos de la media real; al perder 40 años de registro en estas estaciones, en que medida las estoy desperdiciando; las estaría desperdiciando si la lluvia de los últimos 20 años hubiera sido diferente a la de 40 años atrás, pero el desperdicio no fuera tan grande si los valores fueran más o menos iguales. Para ello se realizó el siguiente tratamiento estadístico:

En primer lugar, se comprobó la Homogeneidad de las series de 60 años usando el test de carrera el cual se aplicó a las siguientes estaciones:

S 7 San Salvador FES,

elevación 635 mts.; 62 años de registro.

- S 5 San Salvador, Observatorio,
elevación 700 mts.; 62 años de registro.
- S 8 San Salvador, FICA,
elevación 635 mts.; 62 años de registro.
- A 7 Santa Ana, FES,
elevación 645 mts.; 62 años de registro.
- A 8 Coatepeque, El Congo,
elevación 840 mts.; 62 años de registro.

TABLA No. 9 - TABLA DE FRECUENCIAS

CLASES (AÑOS)	FREC. ABS. (No. EST.)	No. AÑOS DE RE GISTRO O MAS	(No. EST.) FREC. ACUMULADA O MAS
0 - 4	39	0 ó más	126
5 - 9	21	5 ó más	87
10 - 14	16	10 ó más	66
15 - 19	15	15 ó más	50
20 - 24	5	20 ó más	35
25 - 29	7	25 ó más	30
30 - 34	5	30 ó más	23
35 - 39	4	35 ó más	18
40 - 44	4	40 ó más	14
45 - 49	5	45 ó más	10
50 - 54	0	50 ó más	5
55 - 59	0	55 ó más	5
60 - 64	5	60 ó más	5

Σ 126

CRITERIO DE HOMOGENEIDAD (Test de Carrera)

El criterio de homogeneidad se aplica a las series para averiguar si los valores han sido alterados o inventados, si se ha cambiado el lugar de los aparatos de medición, o de la misma estación.

Las reglas a seguir para el criterio de homogeneidad - son las siguientes:

- a) Encontrar la mediana de la serie en cuestión distribuyendo los datos en orden de valores ascendentes o descendentes.
- b) Se distribuyen los datos en orden cronológico.
- c) Se marcan los valores con respecto a la mediana, - con una B los que están por debajo, y con una A los que son más altos que ella.

El número de valores por debajo de la mediana N_B deben ser iguales al número de valores por encima de ella N_A , esto por definición de mediana.

- d) Las carreras se cuentan de la siguiente manera:

Cada vez que la serie cronológica se pasa de A a B o de B a A se cuenta una carrera.

Como ejemplo se muestra la aplicación de este test a la Estación San Salvador FES.

ESTACION: San Salvador FES Lat. 13°42.2'N Long. 89°10.9'W
Elev. 635 mts.

VALORES TOTALES MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
1912	.	.	.	21	131	189	336	407	205	344	8	57	1698 B
1913	.	.	7	78	132	313	232	314	392	438	34	21	1961 A
1914	9	10	.	27	253	382	257	229	420	259	62	1	1909 A
1915	11	.	8	64	218	384	450	297	255	125	42	39	1893 A
1916	36	.	.	51	111	281	263	292	275	210	30	2	1551 B
1917	1	2	15	14	76	312	374	308	248	277	6	.	1633 B
1918	22	9	86	367	261	394	316	220	281	245	62	.	2263 A
1919	.	.	.	48	119	191	227	254	223	185	36	.	1283 B
1920	13	.	.	.	252	243	146	267	198	183	49	3	1354 B
1921	4	.	81	41	185	372	295	369	387	566	38	5	2343 A
1922	.	34	18	1	188	431	153	359	224	121	66	24	1619 B
1923	.	.	9	1	108	302	260	245	342	208	.	.	1475 B
1924	.	.	.	15	97	361	467	489	298	154	.	.	1881 A
1925	.	3	.	80	163	263	374	331	293	295	57	.	1879 A
1926	.	.	.	23	212	379	363	472	307	226	31	17	2030 A
1927	.	13	.	57	388	343	405	380	220	168	67	.	2041 A
1928	.	8	.	13	246	310	421	373	381	145	57	72	2026 A
1929	.	.	12	.	191	277	297	278	375	391	63	16	1900 A
1930	.	10	12	96	102	298	151	135	333	159	3	12	1311 B
1931	.	12	.	46	225	519	274	200	272	255	25	34	1862 A
1932	18	.	18	74	200	355	280	362	245	43	.	27	1622 B
1933	.	.	.	.	232	417	318	205	426	172	.	16	1786 A
1934	4	17	.	82	320	590	256	331	304	286	67	7	2264 A
1935	.	.	8	14	330	324	271	231	358	351	9	.	1896 A
1936	.	12	5	52	122	644	404	431	370	312	13	1	2366 A
1937	43	9	2	42	237	347	160	427	268	310	.	12	1857 A
1938	2	.	.	66	139	293	254	230	407	177	29	2	1599 B
1939	1	.	14	24	217	228	338	232	277	197	.	15	1543 B
1940	.	.	.	65	143	479	245	224	248	102	129	27	1663 B
1941	6	.	.	76	153	252	330	306	266	94	65	17	1545 B
1942	.	.	.	37	176	535	436	296	262	82	61	14	1899 A

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
1943	.	.	30	85	234	337	162	245	342	121	55	.	1661 B
1944	.	.	10	51	103	204	282	235	267	99	.	.	1251 B
1945	.	.	5	1	76	94	164	379	451	440	127	.	1736 A
1946	.	.	3	19	96	256	192	186	324	178	98	.	1342 B
1947	23	.	33	72	113	274	360	232	217	102	89	4	1569 B
1948	6	.	.	.	184	183	382	270	187	301	75	5	1593 B
1949	.	.	.	18	102	206	173	251	311	214	63	.	1337 B
1950	4	.	6	3	104	378	321	301	237	311	15	.	1680 B
1951	13	.	.	34	115	293	315	233	392	132	24	2	1553 B
1952	.	.	20	110	141	442	383	313	293	93	22	1	1818 A
1953	.	.	.	5	227	245	356	330	459	184	16	5	1827 A
1954	.	.	.	358	170	259	455	300	220	228	.	.	1990 A
1955	.	.	.	11	82	153	430	353	200	235	78	23	1565 B
1956	15	5	11	20	214	223	340	282	419	249	15	3	1801 A
1957	.	4	7	79	104	219	311	310	346	277	11	.	1668 B
1958	.	.	17	42	169	352	435	322	242	177	81	2	1839 A
1959	2	1	10	19	218	160	268	317	357	207	1	1	1561 B
1960	1	.	12	76	137	274	330	284	328	372	62	.	1876 A
1961	.	2	12	9	125	190	422	247	461	168	115	55	1806 A
1962	.	.	.	35	124	302	391	370	239	351	2	.	1814 A
1963	.	32	40	1	217	210	296	208	284	106	85	.	1479 B
1964	.	.	3	113	226	403	358	283	212	100	19	10	1732 A
1965	.	7	.	1	144	257	325	276	462	137	1	1	1611 B
1966	8	0	9	42	208	389	377	246	186	184	18	.	1667 B
1967	6	20	12	85	36	232	287	226	322	326	29	11	1592 B
1968	.	0	.	31	178	257	238	311	451	257	33	11	1767 A
1969	4	0	5	73	138	216	264	240	287	211	4	.	1442 B
1970	0	.	.	10	251	157	417	484	417	315	29	28	2108 A
1971	42	.	6	24	202	305	431	381	288	331	45	17	2072 A
1972	9	0	10	47	170	144	281	282	346	186	33	13	1521 B
1973	.	.	.	22	87	297	322	256	153	141	15	1	1294 B

TABLA DE DISTRIBUCION DEL NUMERO DE CARRERAS

(Pág. 3 del trabajo "Aspectos Climatológicos de la Precipitación en Honduras", por Nabil Kawas)

N_A	P		N_A	P	
	0.1	0.9		0.1	0.9
10	8	13	19	16	23
11	9	14	20	16	25
12	9	16	25	22	30
13	10	17	30	26	36
14	11	18	35	31	41
15	12	19	40	35	47
16	13	20	45	40	52
17	14	21	50	45	57
18	15	22			

Al aplicar las reglas se obtienen los siguientes datos:

MEDIANA: 1715

$N_A = N_B$: 31

CARRERAS: 30

Observando la tabla de distribución del número de carreras vemos que dicho valor (30) se encuentra entre los límites 26-36 y por consiguiente la serie es homogénea.

Idéntico procedimiento se aplicó a las 5 estaciones antes mencionadas, obteniendo como resultado la homogeneidad de todas las series con excepción de la Estación Coatepeque El Congo.

A fin de saber si las series de 20 años son representativas de la media real, se aplicó a estas 5 estaciones un Análisis de Variancia, tomando en cuenta que las series anuales de lluvia pueden considerarse distribuidas normalmente, y para el cual

se siguió la siguiente metodología:

- a) Se dividió la serie de 60 años en 3 grupos de 20 años cada uno.
- b) Se calculó la media de cada grupo \bar{X}_i y la media de la serie completa \bar{X} .
- c) Se calculó la suma de variancias intergrupales:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^r n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

r = No. de grupos (3)

n_i = No. de datos de cada grupo (20)

- d) Se calculó la suma de variancias intergrupadas:

$$Q_2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

- e) Se calculó el cociente:

$$F = \frac{\frac{1}{r-1} Q_1}{\frac{1}{n-r} Q_2}; \quad n = \text{No. de datos de la serie el}$$

cual tiene una distribución de Fisher y al ser comparado con el valor de la Tabla de la distribución F, nos dirá, dependiendo que resulte:

$$F \leq F_p \text{ (valor de la Tabla) o } F > F_p$$

si los valores medios de los bloques son o no son significativamente diferentes.

Se presenta el cálculo realizado para la estación San Salvador FES.

ANALISIS DE VARIANCIAS

ESTACION: SAN SALVADOR FES

<u>AÑO</u>	<u>X₁</u>	<u>AÑO</u>	<u>X₂</u>	<u>AÑO</u>	<u>X₃</u>
1912	1698	1932	1622	1952	1818
1913	1961	1933	1786	1953	1827
1914	1909	1934	2264	1954	1990
1915	1893	1935	1896	1955	1565
1916	1551	1936	2366	1956	1801
1917	1633	1937	1857	1957	1668
1918	2263	1938	1599	1958	1839
1919	1283	1939	1543	1959	1561
1920	1354	1940	1663	1960	1876
1921	2343	1941	1545	1961	1806
1922	1619	1942	1899	1962	1814
1923	1475	1943	1661	1963	1479
1924	1881	1944	1251	1964	1732
1925	1879	1945	1736	1965	1611
1926	2030	1946	1342	1966	1667
1927	2041	1947	1569	1967	1592
1928	2026	1948	1593	1968	1767
1929	1900	1949	1337	1969	1442
1930	1311	1950	1680	1970	2108
1931	1862	1951	1553	1971	2072
<u>X_i</u>	35912		33762		35035

$$\bar{X}_i = \frac{\sum X_i}{20}$$

$$\bar{X}_1 = 1795.6$$

$$\bar{X}_2 = 1688.1$$

$$\bar{X}_3 = 1751.7$$

$$\bar{X} = 1745.1$$

$$Q_1 = \sum_{i=1}^r n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2 = \sum_{i=1}^3 20 (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$